

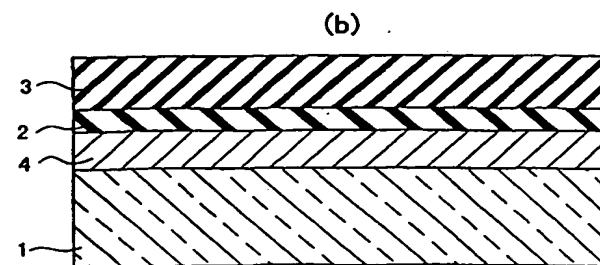
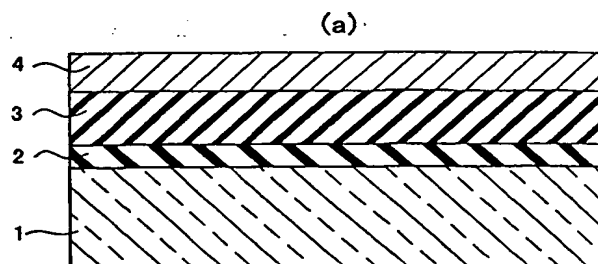
(51) 国際特許分類 G11B 11/10	A1	(11) 国際公開番号 WO00/13178  (43) 国際公開日 2000年3月9日(09.03.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/04674 (22) 国際出願日 1999年8月30日(30.08.99) (30) 優先権データ 特願平10/244156 1998年8月28日(28.08.98) JP 特願平11/95518 1999年4月1日(01.04.99) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 日本電信電話株式会社(NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION)[JP/JP] 〒100-8116 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 Tokyo, (JP) セントレ ナショナル デ ラ レシエルシェ サイエンティフィック(THE CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE)[FR/FR] 75794 パリ セデックス 16 ミッシェル アンジェ通り 3 Paris, (FR) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 古谷彰教(FURUYA, Akinori)[JP/JP] 吉川 博(YOSHIKAWA, Hiroshi)[JP/JP] 田辺隆也(TANABE, Takaya)[JP/JP] 山本 学(YAMAMOTO, Manabu)[JP/JP]	大久保俊文(OHKUBO, Toshifumi)[JP/JP] 〒163-1419 東京都新宿区西新宿3丁目20-2 日本電信電話株式会社内 Tokyo, (JP) ブエ ローレンス(BOUET, Laurence)[FR/FR] ルセ アベル(ROUSSET, Abel)[FR/FR] トゥールース セデックス ナルボンネ通り 118 ユニバーシテ ポール サバティエール内 Toulouse Cedex, (FR) タヤッド フィリップ(TAILHADES, Philippe)[FR/FR] デスパックス コリン(DESPAIX, Corine)[FR/FR] パリ ミッシェル アンジェ通り 3 セントレ ナショナル デ ラ レシエルシェ サイエンティフィック内 Paris, (FR) (74) 代理人 弁理士 志賀正武(SHIGA, Masatake) 〒169-8925 東京都新宿区高田馬場三丁目23番3号 ORビル Tokyo, (JP) (81) 指定国 US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) 添付公開書類 国際調査報告書	

(54) Title: OPTO-MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND ITS MANUFACTURING METHOD, AND OPTO-MAGNETIC INFORMATION RECORDING/REPRODUCING DEVICE

(54) 発明の名称 光磁気記録媒体及びその製造方法並びに光磁気情報記録再生装置

(57) Abstract

An opto-magnetic recording medium such as an optical disk or an optical card and its manufacturing method, and an opto-magnetic recording/reproducing device for recording/reproducing information on/from an opto-magnetic recording medium. The opto-magnetic recording medium has recording and reflecting layers on a substrate. The recording layer has a layered structure of at least one spinel ferrite (or rutile oxide or hematite) layer and at least one garnet ferrite layer. The layered structure is preferably formed on a track where information is to be recorded. A method of manufacturing such an opto-magnetic recording medium comprises a step of heating the medium at 500 °C to 700 °C, preferably at 600 °C to 630 °C after the recording medium is formed. The opto-magnetic information recording/reproducing device is preferably used for such an opto-magnetic recording medium because the wavelength of the light for write is different from that of the light for read.



(57)要約

本発明は、光ディスク、光カードなどの光磁気記録媒体とその製造方法、並びに、光磁気記録媒体を用いて情報を記録又は再生する光磁気記録再生装置に関する。

本発明の光磁気記録媒体は、基板上に記録層及び反射層を備えており、該記録層は少なくとも1つのスピネルフェライト（或いはルチル型酸化物又はヘマタイト）層及び少なくとも1つのガーネットフェライト層が積層された層構造を有する。前記層構造は少なくとも情報を記録するトラック上に形成されていることが好ましい。

本発明の光磁気記録媒体の製造方法は、前記記録層形成後に500～700℃、好ましくは600～630℃で熱処理を行う工程を含む。

本発明の光磁気情報記録再生装置は、情報書き込み用の光と情報読み出し用の光の波長が異なり、ガーネットフェライト層を含む光磁気記録媒体に好適である。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SK	スロヴァキア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LV	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GE	グルジア	LA	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MA	モロッコ	TD	チャード
BG	ブルガリア	GN	ガンビア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GM	ギニア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサウ	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	HR	クロアチア		共和国	TR	トルコ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MW	マラウイ	US	米国
CM	カメルーン	IN	インド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノールウェー	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CZ	チェコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

## 明細書

## 光磁気記録媒体及びその製造方法並びに光磁気情報記録再生装置

## 発明の背景

## 発明の分野

本発明は、光ディスク、光カードなどの光磁気記録媒体とその製造方法、並びに、光磁気記録媒体を用いて情報を記録又は再生する光磁気記録再生装置に関し、特に、記録層にガーネット系フェライト層を含む、高密度記録及び近接記録に好適な光磁気記録媒体とその製造方法、並びに、その光磁気記録媒体用の光磁気記録再生装置に関する。

## 背景技術

従来、商用とされている光磁気ディスク等の光磁気記録媒体においては、その記録層は主に金属薄膜によって形成されており、書き込み用光ビームによって記録層の微小領域における透過率や反射率などの光学的特性を変えることで情報を記録ビットとして記録している。前記金属薄膜の材料としてはTbFeCoなどの希土類金属のアモルファス合金が代表的であり、そのようなアモルファス合金は、一般に、吸収係数が大きい( $> 10^5 \text{ cm}^{-1}$ )ので書き込みに有利である。ただし、前記金属薄膜は酸化等によって劣化しやすいので、プラスチック層等にて密封して保護する必要がある。

一方、ファラデー回転角の大きいガーネットフェライト、すなわちガーネット型の結晶構造を有するフェライトなどの酸化物からなる記録層を備えた光磁気記録媒体も開発されている。このような記録媒体においては、光磁気記録材料そのものが酸化物であるため、金属材料を記録層に用いた場合に比べて酸化による特性の劣化が小さい。したがって、上記のような特別な保護対策をとる必要がないといった特徴を有している。

しかし、ガーネットフェライトを光磁気記録材料として使用した場合は、スパッタリングによって基板表面にガーネットフェライト層を形成する際に、層内部に応力が発生するので、その結果、ガーネットフェライト層にクラックが入り、層表面のモルフォロジが荒れ、また、結晶粒子が巨大化することがある。これらは記録再生時のノイズの原因となるので好ましくない。そこで、特開平8-249740号公報には、基板の熱膨張係数を調整したり、また、アニール後に逆スパッタ等を施すことで、ガーネットフェライト層のモルフォロジを改善することが開示されている。

ところで、近年、S/N比、及び、C/N比の更なる向上を目指して、複数種の光磁気記録材料からなる層を積層した新しいタイプの記録層の開発が進められている。しかし、上記したアモルファス合金などの金属系の材料は、Kerr効

果が比較的小さい割に、その吸収係数が大きいので積層構造に適さないとされている。そこで、ファラデー効果の大きい酸化物系の光磁気記録材料として知られているガーネットフェライトを積層した記録層が注目されており、例えば、可視光波長領域において大きなファラデー回転角を有するビスマス置換型ガーネットフェライトを積層構造にした多層記録媒体が提案されている（伊藤、小池、沼田、井上、川西、「光磁気記録用多層磁性ガーネット膜について」、第10回日本応用磁気学会学術講演概要集、p. 31（1986年11月））。

しかし、このビスマス置換型ガーネットフェライトを記録層として用いた多層記録媒体においては、記録層の吸収係数が小さくなるために情報の書き込み時に大出力の光ビームを要していた。

そこで、このような問題点を考慮して、記録層近傍に光吸収層を設けることで、光ビームの熱を効率よく記録層に伝え、記録動作を促進する多層型の光磁気記録媒体が、特開平6-282868号公報に開示されている。しかし、上記のタイプの光磁気記録媒体では、光吸収層としてGaAs、InP、CdS、CdSe、ZnSe、ZnS等のいわゆる直接遷移半導体を用いており、これらは層形成時において酸化されやすい。そのため、その上に保護層を設ける必要がある。この場合、前記保護層はSiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>などをCVD法あるいはスパッタ法にて2～100μm程度の範囲で堆積させることにより形成される。したがって、特開平6-282868号公報記載の方法では、記録層の他に光吸収層及び保護層を新たに形成しなくてはならないので、製造行程が複雑になり、それに伴いコストアップを招く不都合があった。しかも、このようにして得られる光磁気記録媒体のS/N比などの特性はまだ満足できるものではなかった。

また、特開平6-290497号公報には、非磁性ガーネットフェライトのアンダーレイヤーを用いた二層ガーネットフェライト構造の記録層を備えた光磁気記録媒体の製造方法が提案されており、多層構造の記録層を採用することにより、ガーネットフェライト層の結晶粒径を1μm以下に抑え、ビット形状の乱れ及びノイズを改善することが開示されている。しかし、この方法は、プロセスが複雑となるために実用的ではない。また、組成の異なるガーネットフェライト同士で多層構造を形成した場合は、熱処理後に各ガーネットフェライト層の元素が層境界付近において拡散するので、層に対して垂直方向に組成ずれが生じ、S/N比などの特性劣化を招くと共に、再現性に問題が生ずる。また、この方法ではナノオーダーの微細結晶を得ることができないので、高密度記録の障害になっていた。

一方、光磁気記録媒体そのものだけでなく、光磁気記録媒体において情報を記録又は再生する装置の面からも、S/N比、及び、C/N比の向上のための様々なアプローチが検討されている。

例えば、液体を対物レンズとサンプルの間に満たすことで、光学屈折率を高め高分解能化を実現する方法が従来より知られているが、これを固体の微小レンズを用いて行う技術（Appl. Phys. Lett., 57(24), 1990, US PATENT No. 5004307）

がS I Lレンズとして提案されており、さらに、S I Lレンズを用いた光磁気記録再生方式も提案されている(US PATENT No. 5125750)。これは、S I Lレンズと記録媒体の記録層との間の距離を、光の波長未満の距離即ちサブミクロンオーダーに保つことで、S I Lレンズの特徴である小さな集光スポット径を可能にし、記録密度の向上を図るものである。しかし、この方式においても、得られるS/N比及びC/N比は満足できる水準ではなかった。また、この方式は、特開平6-282868号公報に開示されるような、比較的厚い保護層を有する光磁気記録媒体には不適當であり、汎用性に欠けるものでもあった。

### 発明の要約

本発明は、上記した従来技術の現状に鑑みてなされたものであり、光磁気記録媒体及び光磁気情報記録再生装置の両方の側面からS/N比及びC/N比の優れた情報の記録再生を実現することを、その解決すべき課題とする。

すなわち、本発明の目的は、ガーネットフェライト層を含む記録層を有する光磁気記録媒体であって、高分解能、高記録密度であり、かつ、高いS/N比及びC/N比を備え、しかも磁気特性の制御が容易である新規な光磁気記録媒体を提供することにある。

また、本発明の他の目的は、そのような光磁気記録媒体の情報記録及び再生に好適であって、かつ、S/N比、及び、C/N比を向上させることのできる新規な光磁気記録再生装置を提供することにある。

上記した本発明の目的は、基板上に記録層及び反射層を備えた光磁気記録媒体であって、前記記録層が、スピネルフェライト層、ルチル型酸化物層またはヘマタイト層のいずれか一つ及びガーネットフェライト層が積層された層構造を有する光磁気記録媒体によって達成される。前記層構造は少なくとも前記記録層において情報が記録される部分であるトラック上に形成されていればよく、当該トラック間に前記層構造が形成されていない場合は、ガーネットフェライト層のみが当該トラック間に存在していることが好ましい。

前記記録層は前記基板と前記反射層との間に位置していてもよく、また、前記反射層は前記基板と前記記録層との間に位置していてもよい。前記ガーネットフェライト層の厚さは40~400nm、一方、前記スピネルフェライト層、前記ルチル型酸化物層又は前記ヘマタイト層の厚さは10~100nmであることが好ましい。

そして、前記記録層は、複数のスピネルフェライト層、ルチル型酸化物層またはヘマタイト層、及び、複数のガーネットフェライト層が積層された多層構造を有していてもよく、その場合は、記録層の厚さが40~1000nmであることが好ましい。

なお、前記基板、前記反射層、前記記録層の少なくとも一つの表面に溝を形成

し、又は、装荷を設けることもできる。「装荷」とは、各層の表面に突出部を形成して実効屈折率を変化させるための部材であって材質は特に限定されず、また、通常、矩形の断面を有する。

本発明の光磁気記録媒体の前記記録層又は前記反射層の表面には透明層が積層されていてもよく、また、その場合に前記透明層の表面には溝が形成されてもよい。

本発明の光磁気記録媒体は、前記記録層形成後に、500℃から700℃、好ましくは600℃から630℃の温度で熱処理を行う工程を含む製造方法によって製造することができる。

そして、上記した本発明の他の目的は、光磁気記録媒体を用いて情報の記録再生を行う光磁気情報記録再生装置であって、前記光磁気記録媒体に情報を書き込む光の波長と前記光磁気記録媒体から情報を読み出す光の波長が異なることを特徴とする光磁気情報記録再生装置によって達成される。

なお、前記光磁気情報記録再生装置は、ガーネットフェライト層を含む記録層を備えた光磁気記録媒体、特に、基板上に記録層及び反射層を備え、前記記録層が、スピネルフェライト層、ルチル型酸化物層又はヘマタイト層のいずれか一つ、及び、ガーネットフェライト層が積層された層構造を有する光磁気記録媒体に対して好適に使用することができる。なお、前記情報を書き込む光と前記情報を読み出す光は一つの光源から供給されることが好ましい。

本発明によれば、複雑なプロセスを経ることなく、良好な磁気特性を有する、光磁気記録媒体として適したガーネットフェライト系記録媒体を作製することができる。しかも、光磁気記録材料として金属系材料を用いないために、パッシベーションの問題がない。

また、高密度記録に適した微細なモルフォロジを持つガーネットフェライト層が得られ、スピネルフェライト層、ルチル型酸化物層又はヘマタイト層との組合せによって記録層内部の応力を相殺することができるので、垂直異方性が高く、高分解能、高記録密度、かつ低ノイズの光磁気記録媒体を作製することができる。ガーネットフェライト層の磁気特性の制御も容易に行うことができる。さらに、ガーネットフェライトが本来持っている巨大なファラデー効果により得られる高出力と、前記低ノイズとの相乗効果によりS/N比が従来に比べて大幅に改善される。

反射層が基板と記録層の間に位置している場合は、反射層が金属系材料から構成されていても反射層の保護膜が不要となるので、光磁気記録媒体の製造工程の簡素化及び製造コストの低減を図ることができる。また、再生時には前記保護膜が存在しないために読み出しヘッド等の光ピックアップ機構を実質的に記録層により近づけることが可能となり、さらに高いS/N比を確保できる。前記記録層が複数のガーネットフェライト層及び複数のスピネルフェライト層、ル

チル型酸化物層又はヘマタイト層を積層した構造を有する場合は、記録層を作製するための熱処理の回数を低減することができる。また、記録層の内部応力の制御を細やかに行えるために、磁気特性に優れた記録層を容易に得ることができる。

また、基板、反射層、記録層の少なくとも一つの表面に溝が形成され、また、装荷が設けられている場合には、記録媒体における記録位置のサーボ制御が可能となる。

そして、記録層又は反射層の表面にさらに透明層が積層された場合は、照射光が記録媒体表面の埃又は傷の影響を回避できる。さらに、透明層に溝を形成した場合は、この溝を前記サーボ制御用のガイドとして利用することもできる。

本発明の光磁気記録媒体の製造方法では、熱処理温度を制御することにより情報を記録するトラック部分に存在するガーネットフェライト層のみに磁気特性を付与し、一方、トラック以外の部分は非磁性とすることができる。したがって、記録再生時に記録層のトラック以外の部分に由来するノイズを低減することが可能であり、ガーネットフェライトが本来有している巨大なファラデー効果による高出力との相乗効果により高いS/N比を得ることができる。また、トラック部分に記録されたデータがそれ以外の部分からの磁気的な干渉を受けることも低減することができる。

本発明の製造方法によって、情報を記録する部分であるトラック上にのみスピネルフェライト層、ルチル型酸化物層又はヘマタイト層のいずれか一つとガーネットフェライト層が積層された層構造が存在する光磁気記録媒体についても、他の本発明の光磁気記録媒体と同様に得ることができる。反射層が基板と記録層の間に位置している場合は、反射層が金属系材料から構成されていても、反射層を保護膜などで被覆することが不要となるので、製造工程の簡素化及び製造コストの低減を図ることができる。また、再生時には読み出しヘッドなどの光ピックアップ機構を実質的に記録層により近づけることが可能となり、S/N比が向上する。

本発明の光磁気記録媒体が基板以外の透明層を備える場合には、従来の媒体表面との互換性を得ることができ、また、記録層上に集光される光ビームが記録媒体表面の埃や傷の影響を受けにくくなる。また、前記透明層の表面に溝が形成されている場合には、この溝による透明層の表面での屈折率及び反射率の変化を検出して記録位置のサーボ制御を行うことができる。

本発明の光磁気情報記録再生装置では、使用される光磁気記録媒体の光吸収特性を考慮して、情報の書き込み時と読み出し時に使用される光の波長が異なっている。したがって、光磁気記録に使用される各記録媒体の特性に応じた最適な情報の記録又は再生を行い、S/N比及びC/N比を向上させることができる。

例えば、短波長の光に対して光磁気記録媒体の光吸収率が高い場合は、情報の記録の際に用いられる光ビームの波長を短くすることにより、効率よく情報の記録を行うことが可能であり、また、情報の書き込みに要する光ビームのパワーを低減することができる。一方、例えば長波長の光に対して光磁気記録媒体の光吸収率が低い場合は、情報の再生の際に用いられる光ビームの波長を長くすることにより、好ましくない記録層の加熱を抑制することが可能であり、また、大きなパワーの反射光を得ることができるのでC/N比を向上させることができる。

本発明の光磁気情報記録再生装置は、ガーネットフェライト層を備えた本発明の光磁気記録媒体に対して好適に使用することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、スピネルフェライト、ルチル型酸化物又はヘマタイトの単層を有する光磁気記録媒体の2つのタイプの断面を示す図である。

図2は、ガーネットフェライトの単層を有する光磁気記録媒体の2つのタイプの断面を示す図である。

図3は、ガーネットフェライト／スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）の二層を有する光磁気記録媒体の2つのタイプの断面を示す図である。

図4は、スピネルフェライト単層を有する光磁気記録媒体、ガーネットフェライト単層を有する光磁気記録媒体、及び、ガーネットフェライト／スピネルフェライト（又はルチル）二層を有する光磁気記録媒体の磁気履歴曲線である。

図5は、ヘマタイト単層を有する光磁気記録媒体、ガーネットフェライト単層を有する光磁気記録媒体、及び、ガーネットフェライト／ヘマタイト二層を有する光磁気記録媒体の磁気履歴曲線である。

図6は、ガーネットフェライト／スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）の多層構造からなる記録層を備えた光磁気記録媒体の2つのタイプの断面を示す図。

図7は、ガーネットフェライト／スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）の二層からなる記録層を備えた光磁気記録媒体であって、サーボ制御用の溝を表面に形成した光磁気記録媒体の2つのタイプの断面を示す図。

図8は、ガーネットフェライト／スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）の多層構造からなる記録層を備えた光磁気記録媒体であって、サーボ制御用の溝を表面に形成した光磁気記録媒体の2つのタイプの断面を示す図。

図9は、ガーネットフェライト／スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）の二層からなる記録層を備えた光磁気記録媒体であって、サーボ制御用の装荷を表面に取り付けた光磁気記録媒体の2つのタイプの断面を示す図。

図10は、ガーネットフェライト／スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）の多層構造からなる記録層を備えた光磁気記録媒体であって、サーボ制御用の装荷を表面に取り付けた光磁気記録媒体の2つのタイプの断面を示す図。



図 1 1 は、ガーネットフェライト／スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）の二層からなる記録層を備えた光磁気記録媒体であって、金属反射層を欠き、かつ、サーボ制御用の装荷を表面に取り付けた光磁気記録媒体の 2 つのタイプの断面を示す図。

図 1 2 は、図 3 (b) 及び図 6 (b) に示す光磁気記録媒体の表面に更に透明層が形成されたタイプの光磁気記録媒体の断面図である。

図 1 3 は、図 7 (b) 及び図 8 (b) に示す光磁気記録媒体の表面に更に透明層が形成されたタイプの光磁気記録媒体の断面図である。

図 1 4 は図 1 3 の光磁気記録媒体の透明層に平坦化処理を行ったタイプの光磁気記録媒体の断面図である。

図 1 5 は、図 9 (b) 及び図 1 0 (b) に示す光磁気記録媒体の表面に更に透明層が形成されたタイプの光磁気記録媒体の断面図である。

図 1 6 は、図 1 2 (a) 及び(b) に示す光磁気記録媒体の透明層の表面にサーボ制御用の溝を形成したタイプの光磁気記録媒体の断面図である。

図 1 7 は、トラック上にスピネルフェライト層が形成された記録層を有する本発明の光磁気記録媒体を示す断面図である。

図 1 8 は、図 1 7 の光磁気記録媒体においてガーネットフェライト層上に直接又は間接に金属反射層をコートしたタイプの光磁気記録媒体の断面図である。

図 1 9 は、ガーネットフェライト層の単層からなる記録層を備えた光磁気記録媒体とスピネルフェライト層及びガーネットフェライト層が積層された記録層を備えた光磁気記録媒体の X 線回折強度を示す図である。

図 2 0 は、様々な記録層を備えた光磁気記録媒体のファラデー回転角の波長依存性を示すグラフである。

図 2 1 は、BiDyGalG の薄膜の吸収係数の波長依存性を示すグラフである。

図 2 2 は、本発明の光磁気情報記録再生装置の一実施例の光学系を示す概略図である。

図 2 3 は、本発明の光磁気情報記録再生装置の他の実施例の光学系を示す概略図である。

図 2 4 は、本発明の光磁気情報記録再生装置の更に他の実施例の光学系を示す概略図である。

#### 好ましい形態の詳細な説明

まず、本発明の光磁気記録媒体について説明する。

光磁気記録材料の一つとして知られているスピネルフェライト、すなわち、スピネル型の結晶構造を有するフェライトは高いファラデー効果を有しており、クラックも発生せず、また、ナノメートルオーダーの微細結晶を作製できる (Brevet Francais No. 933315258 (1993)) ので高密度記録に適しているが、スピネルフェライト層は、層自身の吸収係数が大きいと、十分な再生出力信号を得るこ

とができない。しかし、スピネルフェライトは、ガーネットフェライトとは結晶構造が異なるので、引っ張り応力が加わる層を容易に得ることができる。

また、フェライトと同じ無機酸化物であるルチル型酸化物、ヘマタイトについても、ナノオーダーの微細結晶を作製でき、かつ、引っ張り応力が加わる層を容易に得ることができる。

そこで、本発明の記録媒体では、ガーネットフェライト層とスピネルフェライト層、ルチル型酸化物層又はヘマタイト層とを積層することにより、スパッタリング及び熱処理によってガーネットフェライト層を作製した場合に当該ガーネットフェライト層に作用する好ましくない圧縮応力をスピネルフェライト層、ルチル型酸化物層又はヘマタイト層の有する引っ張り応力によって相殺することとした。

これにより、角形比（残留磁化／飽和磁化）が大きく、垂直異方性が高く、保磁力が増大された優れた磁気特性を有し、かつ、モルフォロジの改善された記録層を得ることができる。したがって、光磁気記録に適した高密度記録媒体を作製できる。

複数のガーネットフェライト層、及び、複数のスピネルフェライト層、ルチル型酸化物層又はヘマタイト層を交互又はランダムに積層した場合は、記録層の内部応力を圧縮応力から引っ張り応力に至る幅広い範囲で制御可能となるため、磁気特性に優れた記録層を容易に得ることができる。また、熱処理の回数を低減することも可能となる。

基板の材質としては、通常、石英ガラス、パイレックスガラス等の耐熱ガラスが用いられる。本発明では、スピネルフェライトとしては、例えば  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  を含む一般式  $\text{R}_{1-x}\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ （ここで、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq x$ 、R は Dy を含む 1 種類以上の希土類元素）で表されるフェライトが使用される。また、ガーネットフェライトとしては、例えば鉄ガーネットを含む、一般式  $\text{Bi}_{1-x}\text{R}_{3-x+y}\text{M}_y\text{Fe}_{5-y+v}\text{O}_{12}$ （ここで、 $0 \leq x \leq 3$ 、 $0 \leq y \leq 5$ 、 $-3 \leq u \leq 3$ 、 $-3 \leq v \leq 3$ 、R は Dy を含む 1 種類以上の希土類元素、M は鉄と置換可能な 3 価の金属）で表されるフェライトが使用される。一方、ルチル型酸化物は、 $\text{RO}_2$ （R は Ti、Cr 等の遷移金属）で表されるが、通常、 $\text{TiO}_2$  が用いられる。また、ヘマタイトとしては、 $\alpha\text{-M}_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_3$ （ $0 \leq x \leq 1$ 、M は Ti、V、Cr、Mn、Zr、Nb、Mo 等）を用いることができる。なお、反射層としては、アルミニウム、金、クロム、白金等の金属或いはこれらの合金を使用することができる。

なお、ガラスより熱膨張係数の大きい金属材料からなる反射層をガラス基板上にスパッタ法によって予め形成すると、スパッタ後に反射層内に引っ張り応力が作用する。したがって、更にその上に記録層を積層した場合には、反射層の引っ張り応力とスピネルフェライト層、ルチル型酸化物層又はヘマタイト層に作用する引っ張り応力の相乗作用により、ガーネットフェライト層内の圧縮応力を効果的に相殺することができる。

ところで、スピネルフェライト層、ルチル型酸化物層又はヘマタイト層に隣接してガーネットフェライト層を形成すると、ガーネットフェライト層はスピネルフェライト、ルチル型酸化物又はヘマタイトの特徴である微細な結晶粒子によるモルフォロジを結晶生成時に継承して微細なガーネットフェライトの結晶を生成させる。したがって、高密度記録に適した微細なモルフォロジを持つガーネットフェライト層を得ることができる。

これにより、高分解能、高記録密度、かつ、低ノイズの光磁気記録媒体を得ることが可能となる。そして、ガーネットフェライトが本来持っている巨大なフレラデー効果による高出力と、低ノイズ化との相乗効果によりS/N比の優れた光磁気記録媒体の作製が可能となる。

なお、反射層が基板と記録層の間に位置している場合は、長期にわたって極めて安定な酸化物系の記録層によって反射層が被覆される層構造となるために、反射層が金属製であってもパッシベーションを考慮する必要がなくなり、その保護膜が不要となる。これにより、光磁気記録媒体の製造工程の簡素化及び製造コストの低減を図ることができる。また、再生時には前記保護膜が存在しないために読み出しヘッド等の光ピックアップ機構を実質的に記録層により近づけることが可能となり、さらに高いS/N比を確保できる。

また、基板、反射層、記録層の少なくとも一つの表面に溝が形成され、また、装荷が設けられている場合には、表面の実効屈折率を場所によって変化させることができるので、この屈折率変化に由来する該表面からの反射光の変化を検出することにより、記録媒体上の記録位置のサーボ制御が可能となる。

そして、記録層又は反射層の表面にさらに透明層が積層された場合は、照射光が記録媒体表面の埃又は傷の影響を受けにくくなる。さらに、透明層に溝を形成することによって、この溝を前記サーボ制御用のガイドとして利用することもできる。

本発明におけるガーネットフェライト層の厚さは40～400nmとすることが好ましい。40nm未満では十分な磁気特性を得ることが困難となり、また、400nmを越えるとクラックが発生しやすくなる。一方、スピネルフェライト層、ルチル型酸化物層及びヘマタイト層の厚さは10～100nmとすることが好ましい。10nm未満では十分な磁気特性を得ることが困難となり、また、ガーネットフェライト層のモルフォロジ改善効果を得ることが困難となる。100nmを越えると層が着色してS/N比が低下する。

記録層が複数のガーネットフェライト層、及び、複数のスピネルフェライト層、ルチル型酸化物層又はヘマタイト層を含む場合は、記録層の厚さは40～1000nmとすることが好ましい。40nm未満では、十分な磁気特性を得ることが困難とあり、また、1000nmを越えると記録層の透明性が悪化する。

本発明においては、記録層は必要に応じてガーネットフェライト、スピネルフェライト、ルチル型酸化物及びヘマタイト以外の磁気記録材料からなる層を含ん

でいてもよい。ただし、スピネルフェライト層、ルチル型酸化物層又はヘマタイト層にガーネットフェライト層が隣接していることが望ましい。

以下、図面を参照しつつ、より詳細に説明する。

#### 〔比較例〕

まず、本発明との比較のために、スピネルフェライト、ルチル型酸化物、ヘマタイト及びガーネットフェライトの単層からなる記録層を有する記録媒体を作製した。

図1はスピネルフェライト又はルチル ( $\text{TiO}_2$ ) の単層からなる記録層を有する光磁気記録媒体 (以下、「比較例1」という) 及びヘマタイトの単層からなる記録層を有する光磁気記録媒体 (以下、「比較例2」という) の2つのタイプの断面を示す図である。図1(a)に示す例では石英ガラス基板1上のスピネルフェライト (或いはルチル又はヘマタイト) 層2に金属反射層4が被覆されている。一方、図1(b)に示す例では石英ガラス基板1上への、金属反射層4とスピネルフェライト (或いはルチル又はヘマタイト) 層2の積層順序が図1(a)の場合とは異なる。

スピネルフェライトを用いた比較例1は以下のようにして作製された。すなわち、図1(a)の場合は、まず石英ガラス基板1上に高周波スパッタリング法によって、 $\text{Mn}_{0.13}\text{Co}_{0.73}\text{Fe}_{2.14}\text{O}_4$  からなるスピネルフェライト層2を形成し、100nmの厚さとした。次いで400℃で10分間、酸素20%、窒素80%の1気圧雰囲気中において熱処理を行い、その後に金属反射層4をスピネルフェライト層2上にコートした。原子間力顕微鏡 (AFM) による表面観察では、熱処理後のスピネルフェライト層2の面荒さは2nm、結晶粒径は30nm以下であり、非常に平坦であった。

図1(b)の場合は、金属反射層4を予め石英ガラス基板1上に形成する点を除いて図1(a)の場合と同一の条件で比較例1の作製を行った。AFMによる表面観察では、この場合も、スピネルフェライト層2の表面荒さは2nm、結晶粒径は30nm以下であり、非常に平坦であった。

一方、スピネルフェライトに代えてルチル ( $\text{TiO}_2$ ) を用いた比較例1も上記と同一の条件によって作製された。AFMによる表面観察では、図1(a)及び(b)の両方のタイプとも、ルチル層2の表面荒さは2nm、結晶粒径は30nm以下であり、非常に平坦であった。

なお、比較例2も比較例1と同一の条件によって作製された。比較例2ではヘマタイトとしては $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ を使用した。AFMによる表面観察では、図1(a)及び(b)の両方のタイプとも、ヘマタイト層2の表面荒さは2nm、結晶粒径は30nm以下であり、非常に平坦であった。

図2はガーネットフェライト単層からなる記録層を有する光磁気記録媒体 (以下、「比較例3」という) の2つのタイプの断面を示す図である。図2(a)に示

す例では、石英ガラス基板 1 上のガーネットフェライト層 3 に金属反射層 4 が積層されている。一方、図 2 (b) に示す例では石英ガラス基板 1 上への金属反射層 4 とガーネットフェライト層 3 の積層順序が図 2 (a) の場合とは異なる。

比較例 3 は以下のようにして作製された。すなわち、図 2 (a) の場合は、まず石英ガラス基板 1 上に高周波スパッタリング法によって、 $\text{Bi}_{1.2}\text{DyFe}_{4.0}\text{GaO}_{12}$  からなるガーネットフェライト層 3 を形成し、 $350\text{ nm}$  の厚さとした。次いで、 $650^{\circ}\text{C}$  で  $10$  分間、酸素  $100\%$  の  $1$  気圧雰囲気中において熱処理を行い、その後に金属反射層 4 をガーネットフェライト層 3 上にコートした。AFM による表面観察では、熱処理後のガーネット層 3 の結晶粒径は  $70\text{ nm}$ 、面荒さは  $4\text{ nm}$  であり、その表面には  $1\sim3\text{ }\mu\text{m}$  のクラックが発生していた。

図 2 (b) の場合は、金属反射層 4 を予め石英ガラス基板 1 上に形成する点を除いて図 2 (a) と同一の条件で比較例 3 の作製を行った。AFM による表面観察では、この場合も、ガーネットフェライト層 3 の表面荒さは  $4\text{ nm}$ 、結晶粒径は  $70\text{ nm}$  であり、また、その表面には  $1\sim3\text{ }\mu\text{m}$  のクラックが発生していた。

#### [実施例 1 及び 2]

図 3 はガーネットフェライト/スピネルフェライト (またはルチル) の二層からなる記録層を有する本発明の光磁気記録媒体 (以下、「実施例 1」という) 及びガーネットフェライト/ヘマタイトの二層からなる記録層を有する光磁気記録媒体 (以下、「実施例 2」という) の 2 つのタイプの断面を示す図である。図 3 (a) に示す例では、石英ガラス基板 1 上に形成されたスピネルフェライト (或いはルチル又はヘマタイト) 層 2 の上にガーネットフェライト層 3 が積層され、更に金属反射層 4 が積層されている。一方、図 3 (b) に示す例では、石英ガラス基板 1 上に形成された金属反射層 4 の上に、スピネルフェライト (或いはルチル又はヘマタイト) 層 2 及びガーネットフェライト層 3 が積層されている点が図 3 (a) の場合とは異なる。なお、図 3 (a) の例では、図の下方から石英ガラス基板 1 を貫通してレーザを照射することにより記録再生を行う一方、図 3 (b) の例では、図の上方からレーザ光を記録層に直接照射することにより記録再生を行う。

実施例 1 及び 2 は以下のようにして作製された。すなわち、図 3 (a) の場合は、まず石英ガラス基板 1 上に、下地層としてスピネルフェライト (或いはルチル又はヘマタイト) 層 2 を高周波スパッタリング法によって形成し、比較例 1 及び 2 と同じ条件で熱処理を施した。その後、高周波スパッタリング法によってスピネルフェライト (或いはルチル又はヘマタイト) 層 2 上にファラデー効果の大きいガーネットフェライト層 3 を形成し、比較例 3 と同じ条件で熱処理を施した。最後に、ガーネットフェライト層 3 上に金属反射層 4 をコートした。なお、図 3 (b) の場合も、金属反射層 4 を予め石英ガラス基板 1 上に形成する点を除いて上記と同一の条件で処理を行った。

スピネルフェライトとしては、 $\text{Mn}_{0.13}\text{Co}_{0.73}\text{Fe}_{2.14}\text{O}_4$  を、ルチルとし

ては $TiO_2$ を、ヘマタイトとしては $\alpha-Fe_2O_3$ を、また、ガーネットフェライトとしては、 $Bi_2DyFe_4GaO_{12}$ をそれぞれ使用した。そして、スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）層2及びガーネットフェライト層3の厚さは、それぞれ100nm、350nmとした。

AFMによる表面観察では、下地層としてスピネルフェライト、ルチル又はヘマタイトのいずれを用いた場合であっても、また、図3(a)及び(b)のどちらの構造であっても、熱処理後のガーネットフェライト層3の表面にクラックはなく、その面荒さは3nm、結晶粒径は40nm以下で非常に平坦であった。このように、スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）層2をガーネットフェライト層3の下地層として用いることにより著しくガーネットフェライト層3のモルフォロジーが改善され、かつ、微細なガーネットフェライト結晶粒子を得ることができた。これは、ガーネットフェライト層3がスピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）層2の微細な結晶粒子によるモルフォロジを承継するためと考えられる。これにより、高分解能、高記録密度、かつ、低ノイズの光磁気記録媒体を得ることが可能となる。さらに、ガーネットフェライトが本来有している大きなファラデー効果により高出力を確保することができ、低ノイズ化との相乗効果によりS/N比の優れた光磁気記録媒体の作製が可能となる。

なお、図3(b)のように、金属反射層4が石英ガラス基板1とスピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）層2の間に位置している場合は、金属反射層4のパッシベーションの心配がなく、被覆膜等の、金属反射層4の保護手段は必要ない。これにより、光磁気記録媒体の製造工程の簡素化及び製造コストの低減を図ることができる。また、再生時においては前記保護手段が存在しないために読み出しヘッド等の光ピックアップ機構を実質的に記録層により近づけることが可能となり、S/N比を高めることができる。

なお、実施例1及び2におけるガーネットフェライト層3の厚さは40～400nmとすることが好ましい。40nm未満では光磁気記録に十分な磁気特性を得ることが困難となり、また、400nmを越えるとクラックが発生しやすくなる。一方、スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）層2の厚さは10～100nmとすることが好ましい。10nm未満では隣接するガーネットフェライト層3の表面のモルフォロジ改善効果を得ることが困難となり、また、100nmを越えると層が着色してS/N比が低下する。

図4は比較例1、3及び実施例1の光磁気記録媒体の磁化曲線であり、図4(a)、(b)及び(c)は、それぞれ、スピネルフェライト単層を有する比較例1、ガーネットフェライト単層を有する比較例3及び両層を有する実施例1の磁気特性に対応している。

スピネルフェライトの単層構造を有する比較例1は、図4(a)に示すヒステリシスを有しており、具体的には、保磁力(a)は50000e、飽和磁化(a)は250emu/cc、残留磁化(a)は150emu/ccであった。したがって、比

較例 1 は保磁力に関しては実用上十分な特性 (20000 e 以上) を有している。しかし、角形比の値が 0.6 (残留磁化(a)/飽和磁化(a) = 150/250 = 0.6) と低いため実用上、S/N 比低下等の問題が生じる (実用上は約 0.8 以上の角形比が理想とされる)。

一方、ガーネットフェライト単層構造を有する比較例 3 は、図 4 (b) に示す磁気履歴特性を有しており、保磁力(b)は 12000 e、飽和磁化(b)は 13 emu/cc、残留磁化(b)は 10 emu/cc であった。したがって、比較例 3 は、角形比の値が約 0.8 (10/13) となり、角形比については実用上十分であるが、保磁力(b)が 12000 e と小さいため、高密度記録時にノイズの増加等の問題が生じる (実用上は 20000 e 以上の保磁力が理想とされる)。

これに対し、ガーネットフェライト/スピネルフェライト (又はルチル) 二層構造を有する実施例 1 は、図 4 (c) に示すヒステリシスを有しており、保磁力(c)が 20000 e、飽和磁化(c)が 13 emu/cc、残留磁化(c)が 10 emu/cc であった。したがって、この場合の角形比の値は約 0.8 となり、角形比及び保磁力の両方で実用上十分な磁気特性を有している。なお、ガーネットフェライト 3 層の下地層としてスピネルフェライト層又はルチル層のどちらを用いた場合であっても、上記の各磁気特性の値は全く同一であった。

このように、ガーネットフェライト/スピネルフェライト (又はルチル) の二層構造を有する記録媒体では、ガーネットフェライト層のみ、または、スピネルフェライト (又はルチル) 層のみを有する記録媒体で問題となっていた磁気特性が著しく改善された。そして、実施例 1 では、下地層としてスピネルフェライト又はルチルのどちらを用いた場合であっても、比較例 3 に比べて S/N 比が 20 dB ほど改善された。

図 5 は比較例 2、3 及び実施例 2 の光磁気記録媒体の磁化曲線であり、図 5 (a)、(b) 及び (c) は、それぞれ、ヘマタイト単層を有する比較例 2、ガーネットフェライト単層を有する比較例 3 及び両層を有する実施例 2 の磁気特性に対応している。

図 5 (a) から明らかなように、ヘマタイト層 2 の単層からなる記録層を有する比較例 2 は非磁性である。これに対して、既述したように、ガーネットフェライト 3 の単層からなる記録層を有する比較例 3 は図 5 (b) に示す磁気履歴特性を有しており、保磁力は 12000 e、飽和磁化は 13 emu/cc、残留磁化は 10 emu/cc である。

一方、ヘマタイト層 2 及びガーネットフェライト層 3 の積層体からなる記録層を有する実施例 2 では、図 5 (c) に示されるように、比較例 3 と全く同じ保磁力、飽和磁化及び残留磁化が得られている。しかし、S/N 比は比較例 3 に対して 15 dB ほど改善されることが確認された。

ところで、実施例 1 の光磁気記録媒体では下地層であるスピネルフェライト

(又はルチル) 層 2 の作用によりガーネットフェライト層 3 のモルフォロジが改善されるものの、ガーネットフェライト層 3 が強磁性のスピネルフェライト層 2 からの影響を受け、保磁力などの磁気特性が変化する。しかし、実施例 2 の光磁気記録媒体によれば、ヘマタイト層 2 は非磁性であるためにガーネットフェライト層 3 の磁気特性を変動させることがない。したがって、実施例 2 では情報の記録再生をより安定して行うことが可能である。そして、下地層がスピネルフェライト層である実施例 1 の光磁気記録媒体ではスピネルフェライト層 2 自身の吸収係数が大きいために再生出力信号が小さくなるおそれがあるが、実施例 2 ではスピネルフェライト層を下地層として使用しないのでそのような不都合はない。

### 〔実施例 3〕

図 6 はガーネットフェライト/スピネルフェライト (或いはルチル又はヘマタイト) の多層積層体からなる記録層を有する光磁気記録媒体 (以下、「実施例 3」という) の 2 つのタイプの断面を示す図である。図 6 (a) に示す例では、石英ガラス基板 1 上に複数のスピネルフェライト (或いはルチル又はヘマタイト) 層及びガーネットフェライト層からなる多層記録層 5 が形成され、さらにこの上に金属反射層 4 が積層されている。一方、図 6 (b) に示す例では多層記録層 5 と金属反射層 4 の積層順序が図 6 (a) の場合とは異なる。

実施例 3 は、スピネルフェライト (或いはルチル又はヘマタイト) 層及びガーネットフェライト層を複数積層して多層記録層 5 を形成した後一括して多層記録層 5 に対して熱処理を加える点以外は、実施例 1 又は 2 の場合と同様に作製した。なお、図 6 (a) の層構造のタイプは実施例 1 又は 2 の図 3 (a) のケースに、また、図 6 (b) の層構造のタイプは実施例 1 又は 2 の図 3 (b) のケースに、それぞれ対応している。

実施例 3 の特性を調べたところ、ガーネットフェライト以外に多層記録層 5 を構成する材料としてスピネルフェライト又はルチルを用いた場合は、どちらも、保磁力  $20000\text{e}$ 、飽和磁化  $13\text{emu/cc}$ 、残留磁化  $10\text{emu/cc}$ 、角形比約 0.8 の、実施例 1 と同じ磁気特性値を有しており、熱処理後の多層記録層 5 の表面荒さは  $3\text{nm}$ 、結晶粒径は  $40\text{nm}$  以下であった。すなわち、ガーネットフェライト/スピネルフェライト又はルチルの多層記録層を有する実施例 3 では実施例 1 と同じの磁気特性とモルフォロジを得ることができた。一方、ガーネットフェライト以外に多層記録層 5 を構成する材料としてヘマタイトを用いた実施例 3 の場合は、実施例 2 と同じ磁気特性を有しており、また、多層記録層 5 のモルフォロジも実施例 2 と同じであった。

このように、実施例 3 では、実施例 1 又は 2 と同じ磁気特性及びモルフォロジを有する記録層を得るにあたって、多層記録層 5 を構成する各層について熱処理を施す必要がないので、熱処理の回数を低減することができる。また、記録層の内部応力の制御を細やかに行うことができるので、優れた磁気特性を有する記録



層をより容易に得ることができる。

多層記録層 5 の厚さは 40 ～ 1000 nm とすることが好ましい。40 nm 未満では、光磁気記録に十分な磁気特性を得ることが困難であり、また、1000 nm を越えると記録層の透明性が悪化する。

なお、以下に示す実施例も、実施例 1 乃至 3 の場合と実質的に同じ手法によって作製することができる。

#### [実施例 4]

図 7 はガーネットフェライト/スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）の二層からなる記録層を有する光磁気記録媒体であって、サーボ制御用の溝を表面に形成した記録媒体（以下、「実施例 4」という）の 2 つのタイプの断面を示す図である。図 7 (a) に示す例では、石英ガラス基板 1 上に形成されたスピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）層 2 の上にガーネットフェライト層 3 が積層され、更に、金属反射層 4 が積層されている。一方、図 7 (b) に示す例では石英ガラス基板 1 上に形成された金属反射層 4 の上に、スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）層 2 が積層されている点が図 7 (a) の場合とは異なる。

図示されるように、実施例 4 では、所定のサイズの幅と深さを備えた溝を表面に有する石英ガラス基板 1 を用いることによって、スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）層 2、ガーネットフェライト層 3 及び金属反射層 4 の表面にも溝 6 を形成し、そこでの実効屈折率を場所によって変化させている。そして、この屈折率変化により記録媒体からの反射光の強度が変化するので、この変化を検出することにより、記録媒体上の記録位置のサーボ制御が可能となる。すなわち、記録媒体表面の溝 6 は記録位置のサーボ制御用のガイドとしての機能を有する。

光磁気記録媒体を円盤状として、電気的なモーター又は超音波モーター等の回転手段に搭載して回転させる場合は、溝 6 は記録媒体表面の円周方向に沿って形成される。一方、記録媒体を回転させるのではなく、リニア超音波モーターや積層ピエゾ素子等を用いた直進機構又は周期的な振動機構に搭載する場合は、溝 6 はその直進方向又は振動方向に沿って形成される。なお、溝 6 は前記方向に沿って連続している必要はなく、不連続なピット形状であってもよい。

#### [実施例 5]

図 8 はガーネットフェライト/スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）の多層積層体からなる記録層を有する光磁気記録媒体であって、サーボ制御用の溝を表面に形成した記録媒体（以下、「実施例 5」という）の 2 つのタイプの断面を示す図である。図 8 (a) に示す例では、石英ガラス基板 1 上に複数のスピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）層及びガーネットフェライ

ト層からなる多層記録層 5 が形成され、さらにこの上に金属反射層 4 が積層されている。一方、図 8 (b) に示す例では多層記録層 5 と金属反射層 4 の積層順序が図 8 (a) の場合とは異なる。

図 8 (a) に示す例では、予め表面に溝を有する石英ガラス基板 1 を用いているが、図 8 (b) に示す例のように、石英ガラス基板 1 ではなく、金属反射層 4 の表面に所定のサイズの溝を形成することにより、記録媒体の表面に溝 6 を形成することもできる。なお、溝 6 は記録媒体の回転、直進又は振動方向に沿って形成され、必ずしも、連続的である必要がない点は実施例 4 と同様である。

#### [実施例 6]

図 9 はガーネットフェライト/スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）の二層からなる記録層を有する光磁気記録媒体であって、サーボ制御用の装荷を表面に有する記録媒体（以下、「実施例 6」という）の 2 つのタイプの断面を示す図である。図 9 (a) に示す例では、石英ガラス基板 1 上に形成されたスピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）層 2 の上にガーネットフェライト層 3 が積層され、その上に金属反射層 4 が被覆されている。金属反射層 4 の表面上にはアルミニウムからなる装荷 7 が取り付けられている。一方、図 9 (b) に示す例では石英ガラス基板 1 上に金属反射層 4 が形成されている点、及び、スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）層 2 とガーネットフェライト層 3 からなる記録層の表面上に酸化シリコンからなる装荷 7 が直接取り付けられている点が図 9 (a) の場合とは異なる。装荷 7 の材質は特に限定されるものではなく、様々な金属、酸化物、誘電体材料を使用することができる。

このように、実施例 6 では、予め所定のサイズの装荷 7 を取り付けることによって、記録媒体表面に凹凸を形成し、そこでの実効屈折率を変化させることができる。この屈折率変化により光の反射率が変わるので、この変化を検出することにより、記録媒体上の記録位置のサーボ制御が可能となる。すなわち、記録媒体表面の装荷 7 は記録位置のサーボ制御用のガイドとしての機能を有する。

光磁気記録媒体を円盤状として、電氣的なモーター又は超音波モーター等の回転手段に搭載して回転させる場合は、装荷 7 は記録媒体の円周方向に沿って取り付けられる。一方、記録媒体を回転させるのではなく、リニア超音波モーターや積層圧電素子等を用いた直進機構又は周期的な振動機構に搭載する場合は、装荷 7 はその直進方向又は振動方向に沿って取り付けられる。なお、装荷 7 は前記方向に沿って連続している必要はない。

[実施例 7] 図 10 はガーネットフェライト/スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）の多層積層体からなる記録層を有する光磁気記録媒体であって、サーボ制御用の装荷を表面に有する記録媒体（以下、「実施例 7」という）の 2 つのタイプの断面を示す図である。図 10 (a) に示す例では、石英ガラ

ス基板 1 上に形成された、複数のスピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）層及びガーネットフェライト層からなる多層記録層 5 の上に金属反射層 4 が積層され、さらに金属反射層 4 の表面上にアルミニウムからなる装荷 7 が取り付けられている。一方、図 10 (b) に示す例では石英ガラス基板 1 上に形成された金属反射層 4 の上に多層記録層 5 が積層され、その表面上に酸化シリコンからなる装荷 7 が直接取り付けられている点が図 10 (a) の場合とは異なる。

実施例 7 の場合も実施例 6 と同様に、装荷 7 の材質は特に限定されるものではなく、様々な金属、酸化物、誘電体材料を使用することができ、また、装荷 7 によって形成される凹凸を記録位置のサーボ制御用のガイドとして利用することができる。なお、装荷 7 は記録媒体の回転、進行又は振動方向に沿って形成され、必ずしも、連続的である必要がない点も実施例 6 と同様である。

〔実施例 8〕 図 11 は、金属反射層を欠くと共にスピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）層 2 及びガーネットフェライト層 3 の 2 層からなる記録層又は複数のガーネットフェライト層及び複数のスピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）層からなる多層記録層 5 に、直接、サーボ制御用の装荷 7 を取り付けした光磁気記録媒体（以下、両者を併せて「実施例 8」という）の断面図である。

図から明らかなように、実施例 8 では、石英ガラス基板 1 上に形成された前記記録層又は多層記録層 5 の上に適当なサイズの装荷 7 が所定の間隔をおいて直接取り付けられている。実施例 8 における装荷 7 は垂直異方性を有する強磁性材料、例えば CoCr 金属（保磁力 5000 Oe、飽和磁化 300 emu/cc）から製造されており、それ自体磁気記録層として使用することも可能なものである。また、装荷 7 は金属材料から構成されているので、金属反射層としての機能をも備えている。したがって、実施例 8 では記録媒体のサーボ制御性を維持したまま、金属反射層の形成を省略することが可能である。また、光ビームのみならず磁気による情報の記録をも可能とすることができる。なお、装荷 7 は前記記録層又は多層記録層 5 の表面に間隔をおいて取り付けられているので装荷 7 がガーネットフェライト層の磁気特性に実質的な影響を及ぼすことはない。

#### 〔実施例 9〕

図 12 (a) 及び (b) は、それぞれ、図 3 (b) 及び図 6 (b) に示す光磁気記録媒体の表面に更に透明層が形成されたタイプの光磁気記録媒体（以下、「実施例 9」という）の断面図である。実施例 9 では透明層 8 の材質としてポリカーボネートを使用しているが、必要に応じて他の透明材料から透明層 8 を構成してもよい。透明層 8 の厚さは 100 nm ～ 2 mm の範囲で適宜設定される。

このように、記録層の表面に透明層 8 を設けることにより、従来の媒体表面との交換性を得ることができると共に、実際に記録が行われる記録層と記録媒体表

面との距離を広げることができる。したがって、万一記録媒体表面に埃が付着したり、傷が生じたとしても、再生ヘッドから照射され、記録層上に集光されるレーザーは、記録媒体表面の埃や傷の影響を受けにくくなる。

ここで、記録媒体上の透明層 8 の光学的な厚さが、光磁気記録で用いられる光の波長よりも十分に短ければ（例えば 700 nm 以下ならば）、実施例 9 は、記録媒体表面から波長程度の距離だけしみ出る近接場光を用いる近接場光用光磁気記録媒体として使用することができる。他方、透明層 8 の光学的な厚さが、前記光の波長程度かもしくはそれ以上ならば、実施例 9 は、一般的な集光用のレンズ等を含む光学系において用いられる遠視野光磁気記録媒体として使用できる。

〔実施例 10〕 図 13 (a) 及び (b) は、それぞれ、図 7 (b) 及び図 8 (b) に示す光磁気記録媒体の表面に更に透明層が形成されたタイプの光磁気記録媒体（以下、「実施例 10」という）の断面図である。このように、サーボ制御用の溝を有する記録層を透明層 8 で被覆することにより、記録媒体の内部で実効屈折率及び反射率を変化させることができる。したがって、実施例 10 では、記録位置のサーボ制御を行う場合に記録媒体内部での光の反射率変化を検出して制御することができ、外界からの影響を排除して、より正確な制御を行うことが可能となる。

また、実施例 10 では、再生ヘッドから照射されたレーザービームは記録媒体内部の記録層上に集光されるので、記録媒体表面の埃や傷の影響を受けにくい。なお、記録層表面の溝は、記録媒体の回転、直進又は振動方向に沿って形成される。なお、前記溝は連続している必要はない。

〔実施例 11〕 図 14 は実施例 10 の透明層 8 に平坦化処理を行った光磁気記録媒体（以下、「実施例 11」という）の断面図である。なお、図 14 (b) においては、表面に溝を有する石英ガラス基板 1 を使用している。平坦化処理により、実施例 10 の奏する効果に加えて、光ピックアップ機構を高速で回転する記録媒体表面に近接して走行させて情報を記録再生することが可能になる。記録媒体表面への接近は、例えば、磁気記録ディスクドライブで日常的に使用されている浮上スライダヘッドに光ピックアップ機構を搭載して行われる。

〔実施例 12〕 図 15 (a) 及び (b) は、それぞれ、図 9 (b) 及び図 10 (b) に示す光磁気記録媒体の表面に更に透明層が形成されたタイプの光磁気記録媒体（以下、「実施例 12」という）の概略断面図である。実施例 12 についても、実施例 11 と同様の効果を奏することができる。記録層表面の装荷 7 は、記録媒体の回転、直進又は振動方向に沿って形成される。なお、装荷 7 は連続している必要はない点は実施例 6 と同様である。

〔実施例 13〕 図 16 (a) 及び (b) は、それぞれ、図 12 (a) 及び (b) に示す光磁

気記録媒体の透明層 8 の表面にサーボ制御用の溝 6 を形成したタイプの光磁気記録媒体（以下、「実施例 13」という）の概略断面図である。これにより、透明層 8 の表面で反射率変化を検出して記録位置をサーボ制御することが可能となる。

また、従来の媒体表面との互換性を図ることができると共に、実際に記録が行われる記録層と記録媒体表面との距離を広げることができる。したがって、万一記録媒体表面に埃が付着したり、傷が生じたとしても、再生ヘッドから照射され、記録層上に集光されるレーザーは、記録媒体表面の埃や傷の影響を受けにくくなる。透明層 8 表面の溝 6 は、光磁気記録媒体の回転、直進又は振動方向に沿って形成される。なお、溝 6 は連続している必要はない。

次に、上記した光磁気記録媒体とは記録層の構造が異なる本発明の他の光磁気記録媒体について説明する。

実施例 1 ～ 13 の光磁気記録媒体は、その製造にあたって、情報を記録するトラック部分以外の記録層の部分もアニーリングによって磁化されるので、ノイズが増加し、十分な S/N 比を得ることが困難となるおそれがある。

そこで、以下に述べる本発明の他の光磁気記録媒体では、情報を記録するトラック部分のみにスピネルフェライト層、ルチル型酸化物層又はヘマタイト層からなる下地層が形成され、その表面にガーネットフェライト層が存在するタイプの記録層が構成されている。

図 17 は、トラック部分のみにスピネルフェライト層 2 を形成した記録層を有する本発明の光磁気記録媒体の一実施例（以下、「実施例 14」という）を示す断面図である。実施例 14 では、石英ガラスからなる基板 1 のトラック該当部分に沿って所定の間隔をおいて形成されたスピネルフェライト層 2 を被覆するようにガーネットフェライト層 3 が形成されて記録層が構成されており、トラック上のスピネルフェライト層 2 上には光磁気特性を有するガーネットフェライト層 3a が存在し、さらに、スピネルフェライト層 2 の間には非磁性のガーネットフェライト層 3b が存在している。

実施例 14 は以下のようにして作製された。まず、基板 1 上に下地層としてスピネルフェライト層をスパッタリングによって形成して熱処理を行った。スピネルフェライト層を構成する材料としては、 $R_{1-x}Co_yFe_{3-x-y}O_4$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq x$ , R は Dy を含む 1 種類以上の希土類元素) を用いることができるが、実施例 14 では  $Mn_{0.13}Co_{0.73}Fe_{2.14}O_4$  を使用した。具体的には、実施例 14 では rf スパッタリング法を用いてスピネルフェライト層を 100 nm 堆積させた後に、酸素 20% 及び窒素 80% の 1 気圧雰囲気中において 400℃ で 10 分間熱処理を行った。

次に、フォトレジストをスピネルフェライト層上に塗布し、露光した後に逆スパッタリングによりトラック部分を構成しないスピネルフェライト層を除去した。そして、残ったスピネルフェライト層 2 の表面からレジスト層を除去した後に、

大きいファラデー効果を有するガーネットフェライト層3を残ったスピネルフェライト層2を被覆するようにスパッタリングによって形成し、熱処理を行った。ガーネットフェライト層3を構成する材料としては $\text{Bi}_{1-x}\text{R}_x\text{Fe}_{5-y-v}\text{O}_{12}$  ( $0 \leq x \leq 3$ ,  $0 \leq y \leq 5$ ,  $-3 \leq u \leq 3$ ,  $-3 \leq v \leq 3$ , RはDyを含む1種類以上の希土類元素、Mは鉄と置換可能な3価の金属)を用いることができるが、実施例14では、 $\text{Bi}_2\text{DyFe}_4\text{GaO}_{12}$ を使用した。具体的には、実施例14ではrfスパッタリング法を用いてガーネットフェライト層3を350nm堆積させた後に、酸素100%の1気圧雰囲気中において630℃で10分間熱処理を行った。

このようにして、基板1上のトラック該当部分のみに形成されたスピネルフェライト層2を覆うようにガーネットフェライト層3をスパッタリングなどによって全面に形成して熱処理することによって、後述する理由により、スピネルフェライト層2上のガーネットフェライト層3aのみに光磁気特性が付与され、スピネルフェライト層2間のガーネットフェライト3bは非磁性とされた。

A FMによる表面観察では、実施例14のガーネットフェライト層3の表面にクラックはなく、その面荒さは3nm、結晶粒径は40nmで非常に平坦であった、すなわち、スピネルフェライト層2をガーネットフェライト層3の下地層として用いることにより、著しくガーネットフェライト層3のモルフォロジが改善された。

なお、スピネルフェライト層2に代えてルチル型酸化物層又はヘマタイト層を用いても上記と同様にして実施例14に対応する光磁気記録媒体を製造することができる。

ところで、既に説明したように、一般に、スパッタリング及び熱処理によって形成されたガーネットフェライト層には圧縮応力が加わるが、これとは逆に、スピネルフェライト層、ルチル型酸化物層又はヘマタイト層を同様に作製した場合には引っ張り応力が層に加わる。したがって、実施例14では、ガーネットフェライト層3に作用する圧縮応力をスピネルフェライト層2に作用する引っ張り応力によって相殺することができる。これにより、角形比(残留磁化/飽和磁化)が大きい高密度記録に適した光磁気記録媒体を得ることができる。

実施例14では、トラックに沿ったスピネルフェライト層2上のガーネットフェライト層3aのみに光磁気効果を示し、スピネルフェライト層2の間、すなわちトラック間のガーネットフェライト層3bは光磁気効果を示さない、したがって、光磁気記録媒体のノイズを大幅に低減することができる。例えば、トラック幅をトラックピッチの半分とした場合には、ノイズが約3dB低減することが確認されている。また、記録層において情報が記録されるマークの幅がトラック幅によって物理的に規制されるので、記録時に照射される光ビームのパワーの変動幅が大きくても安定な記録マークを得ることができる。

なお、実施例14においてスピネルフェライト層2に代えてルチル型酸化物層又はヘマタイト層を用いても上記と同様の効果を得ることができる。

実施例 14 において、スピネルフェライト層 2（或いはルチル型酸化物層又はヘマタイト層）及びガーネットフェライト層 3 の厚さは、それぞれ、10～1000nm 及び 40～400nm であることが好ましい。スピネルフェライト層 2（或いはルチル型酸化物層又はヘマタイト層）の厚さが 10nm 未満であると隣接するガーネットフェライト層 3 の表面のモルフォロジ改善効果を得ることが困難となり、また 100nm を越えると層が着色して S/N 比が低下する。一方、ガーネットフェライト層 3 の厚さが 40nm 未満では光磁気記録に十分な磁気特性を得ることが困難となり、また、400nm を越えるとクラックが発生しやすくなる。

なお、記録再生効率をさらに向上させるために、第 18 図 (a) 及び (b) に示すように、ガーネットフェライト層 3 の上に直接、又は、誘電体層 10 を介してアルミニウム、金、クロムなどの金属或いはこれらの合金からなる金属反射層 4 をコートすることが好ましい。

ところで、図 19 はガーネットフェライト層の単層からなる記録層を備えた光磁気記録媒体とスピネルフェライト層及びガーネットフェライト層が積層された記録層を備えた光磁気記録媒体の X 線回折強度変化を示す図であり、各光磁気記録媒体の X 線回折強度と製造過程においてそれぞれのガーネットフェライト層に施される熱処理温度の関係を示したものである。各光磁気記録媒体におけるガーネットフェライト層又はスピネルフェライト層は、熱処理温度を様々に変化させた以外は実施例 14 の場合と同様の条件で作製された。

なお、図 19 に示す X 線回折強度は、上記した光磁気記録媒体のそれぞれに X 線 ( $K\alpha$ ) を照射し、回折角 ( $2\theta = 32$  度) のピーク強度を測定することによって得られたものであり、この回折角はガーネットフェライト層の結晶性を示す指標となるものである。

図 19 によると、記録層がガーネットフェライト単層からなる場合は熱処理の温度が約 650℃ を超える場合に実用的な光磁気効果が発現する。これを結晶化の面から観察すると、約 600℃ でガーネットフェライト層の結晶化が始まり、約 650℃ で光磁気記録可能な結晶性が得られている。これに対して記録層がスピネルフェライト層及びガーネットフェライト層からなる光磁気記録媒体では、熱処理温度が約 570℃ を超える段階で既に実用的な光磁気効果が発現する。これを結晶化の面から観察すると、既に約 500℃ からガーネットフェライト層の結晶化が始まり、約 570℃ 以上で光磁気記録可能な結晶性が得られている。

上記した事実より以下のことが明らかである。すなわち、ガーネットフェライト層をスピネルフェライト層と組み合わせられることによって、より低い熱処理温度で光磁気記録媒体の記録層として必要なレベルの光磁気特性を発現するに十分な結晶状態を得ることができる。したがって、図 17 及び 18 に示す断面構造を有する光磁気記録媒体においては、記録層に対する熱処理温度を制御することによってスピネルフェライト層 2 上のガーネットフェライト層 3a のみに光磁気特

性を付与し、スピネルフェライト層 2 上に形成されていないガーネットフェライト層 3 b を実質的に非磁性とすることが可能となる。実際に、実施例 14 の製造においては、ガーネットフェライト層 3 に対する熱処理温度は 630℃ に調整されており、これによりスピネルフェライト層 2 上のガーネットフェライト層 3 a のみに光磁気特性が付与されている。

なお、図 19 には示されていないが、熱処理温度を 700℃ 以上としてもピーク強度は増加せず、場合によっては磁気特性の劣化が観測されたので、700℃ 以上の熱処理温度は不適切であることが分かっている。したがって、実施例 14 と同じ記録層構造を有する光磁気記録媒体を製造する場合は、トラック部分の熱処理を 500～700℃ の範囲で行うことが好適である。更に、トラック部分とそれ以外の部分のガーネットフェライト層に対して光磁気特性の大きなコントラストを形成するために 600～630℃ で熱処理を行うことが好ましい。すなわち、実施例 14 を作製するにあたって 600～630℃ で熱処理を行った場合には、図 19 から明らかなように、ガーネットフェライト層及びスピネルフェライト層が存在するトラック部分のみが実用的な光磁気特性を有することができる。なお、実施例 14 と同じ記録層構造を有する本発明の光磁気記録媒体では、記録層がガーネットフェライト単層からなる場合に比べて熱処理に要する温度が低くて済むので、基板の材質の選択範囲も拡大する。

ところで、図 19 での測定において使用された、ガーネットフェライト層の単層からなる記録層を備えた光磁気記録媒体とスピネルフェライト層及びガーネットフェライト層が積層された記録層を備えた光磁気記録媒体の磁気特性を測定したところ、ガーネットフェライト単層からなる記録層を備えた光磁気記録媒体は、保磁力 12000e、飽和磁化 13 emu/cc、残留磁化 10 emu/cc であった。したがって、角形比の値は約 0.8 (10/13) となり、実用上十分であったが、保磁力が 12000e と小さいため、高密度記録時にノイズの増加等の問題が生じる（実用上は 20000e 以上の保磁力が理想とされる）。

これに対し、スピネルフェライト層及びガーネットフェライト層が積層された記録層を備えた光磁気記録媒体では、保磁力 20000e、飽和磁化 13 emu/cc、残留磁化 10 emu/cc であった。したがって、角形比は約 0.8 (10/13) となり、角形比及び保磁力の両方で実用上十分な磁気特性を有している。しかも、ガーネットフェライト単層からなる記録層を備えた光磁気記録媒体に比べて S/N 比は 3 dB ほど改善された。このことから、記録層のトラック部分のみをスピネルフェライト層及びガーネットフェライト層が積層された多層構造とすることにより、光磁気記録媒体の磁気特性が著しく改善されることが分かる。

実施例 14 では、石英ガラス製の基板 1 上にスピネルフェライト層 2 によってトラックパターンが形成された後に、ガーネットフェライト層 3 がその上に形成されているが、石英ガラス基板 1 上にガーネットフェライト層 3 を直接形成した後にスピネルフェライト層 2 をその上に形成してトラックパターンを作製しても



よい。なお、トラック内に所定のデータに従ったパターンニングによって記録マークを予め形成することにより書き換え不可能なデータを記録するようにしてもよい。

また、実施例 14 では、一つのスピネルフェライト層 2 と一つのガーネットフェライト層 3 とから記録層が構成されているが、複数のスピネルフェライト層（或いはルチル型酸化物層又はヘマタイト層）及びガーネットフェライト層から記録層が構成されていてもよい。この場合は、記録層の厚さは 40 ~ 1000 nm の範囲とすることが好ましい。40 nm 未満では十分な磁気特性を得ることが困難となり、また、1000 nm を越えると記録層の透明性が悪化する。

実施例 14 のガーネットフェライト層 3 上には、更に透明層が形成されていてもよい。前記透明層の材質としてポリカーボネートなどが使用され、また、その厚さは 100 nm ~ 2 mm の範囲で適宜設定される点、及び、透明層を設けることにより他の媒体との互換性を得ることができ、また、記録層上に集光される光ビームが媒体表面の埃又は傷の影響を受けにくくなる点などは実施例 9 の場合と同様である。なお、前記透明層の表面には記録位置のサーボ制御用の溝を形成してもよい。

なお、実施例 1 ~ 14 の光磁気記録媒体ではヘマタイト層、スピネルフェライト層（又はルチル型酸化物層）とガーネットフェライト層のみによって、情報が記録される記録層が構成されているが、本発明の光磁気記録媒体においては、記録層は必要に応じてガーネットフェライト、スピネルフェライト、ルチル型酸化物又はヘマタイト以外の材料からなる層を含んでいてもよい。

次に、上記した本発明の光磁気記録媒体に対する記録及び再生に好適な本発明の光磁気情報記録再生装置について説明する。

図 20 は様々な記録層を備えた光磁気記録媒体のファラデー回転角の波長依存性を示すグラフである。図 20 の実線 (1) は、ガーネットフェライトの一つである  $\text{BiDyGaIG}$  の単層からなる記録層を備えた光磁気記録媒体の 10 kOe 磁場印加条件下でのファラデー回転角の波長依存性を示している。また、同図の一点鎖線 (2) は、スピネルフェライトの一つである  $\text{Mn}_{0.13}\text{Co}_{0.73}\text{Fe}_{2.14}\text{O}_4$  の単層からなる記録層を備えた光磁気記録媒体の 10 kOe 磁場印加条件下でのファラデー回転角の波長依存性を示している。そして、点線 (3) は、同磁場下における図 3 の (a) の光磁気記録媒体（ガーネットフェライト層及びスピネルフェライト層からなる記録層を備えた「実施例 1」）のファラデー回転角の波長依存性を示している。図 20 より、実施例 1 の光磁気記録媒体の光磁気特性は記録層を構成するガーネットフェライト層の光磁気特性に主に依存し、したがって、実施例 1 の光磁気記録媒体からは可視光領域にわたって大きな再生信号が得られることが分かる。

次に、10 kOe 磁場印加条件下での、 $\text{BiDyGaIG}$  の薄膜の吸収係数

( $\alpha$ ) の光波長 ( $\lambda$ ) 依存性を図 21 に示す。T b F e C o に代表される、従来の光磁気記録媒体において使用されているアモルファス金属は吸収特性が可視光領域にわたって大きな違いを示さないが、図 21 から、B i D y G a l G 薄膜は短波長側に行くにつれてその光吸収係数が大きくなることが分かる。すなわち、500 nm 付近を境にして、短波長領域では吸収が増大するのに対し、長波長では吸収が減少する。例えば、波長 410 nm の光ビームに対しては、波長 630 nm の光ビームに比べて、1桁近くも吸収係数が高いことが図 21 より明らかである。

実施例 1 の光磁気記録媒体の光磁気特性は記録層を構成するガーネットフェライト薄膜層 3 の光磁気特性に主に依存することから、実施例 1 の光磁気記録媒体の吸収係数も図 21 と同様の波長依存性を有している。

そこで、本発明の光磁気情報記録再生装置では、情報の記録再生の対象となる光磁気記録媒体の光吸収特性を最大限に活用すべく、情報の書き込み用の光の波長と情報の読み出し用の光の波長を異ならせている。例えば、図 21 に示すような特性を有する層を含む記録層を備えた光磁気記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う場合は、情報の書き込み時には吸収され易い短波長の光ビームを媒体に照射する一方、情報の再生時には短波長の光ビームよりも吸収の少ない長波長の光ビームを媒体に照射する。これにより、情報の記録時に効率よく記録層を加熱することが可能となり、また、情報の再生時には記録層の好ましくない加熱を抑制することができる。

また、上記の場合においては、書き込み用の短波長の光ビームは効率的に記録層に吸収されるので、書き込み用の光ビームのパワーを従来より低減することができる。一方、再生用の長波長の光ビームは吸収が少なく、良好に反射されるので再生用の光ビームのパワーは従来より増大する。したがって、再生時の C/N (キャリア/ノイズ) 比を向上させることが可能になる。

図 22 は、本発明の光磁気情報記録再生装置の一実施例（以下、「実施例 15」という）の光学系を示す概略図である。以下、図 22 を参照しつつ、実施例 15 の記録再生原理を説明する。

実施例 15 においては、図示しない回転手段上に円盤状の光磁気記録媒体 11 が回転自在に支承されている。そして、光磁気記録媒体 11 に情報を書き込む場合は、書き込み用の光源 21 から出た光ビームが第 1 のコリメータレンズ 22、第 1 のビームスプリッタ 41 及び対物レンズ 44 を経て光磁気記録媒体 11 上に集光される。光磁気記録媒体 11 の記録層上の光ビームが照射された微小領域は、光ビームを吸収して加熱され、これにより情報が記録される。

一方、光磁気記録媒体 11 から情報を読み出す場合は、読み出し用の光源 23 から出た光ビームが第 2 のコリメータレンズ 24、第 2 のビームスプリッタ 42 及び対物レンズ 44 を経て光磁気記録媒体 11 上に集光され、その後、そのほとんどが反射される。反射された光ビームは、対物レンズ 44、 $\lambda/4$  波長板 61

及び集光レンズ32を経て検出光学系31に集光される。検出光学系31では記録信号が検出される。実施例15では書き込み用の光源21及び読み出し用の光源23として半導体レーザーを用いているが、記録再生装置の動作に支障をきたさない範囲で他のレーザー光源を用いることも可能である。

光磁気記録媒体11としては、あらゆる種類のものが使用可能であるが、ガーネットフェライト層を備えた光磁気記録媒体が好ましく、特に、スピネルフェライト（或いはルチル又はヘマタイト）層とガーネットフェライト層がスパッタリング法もしくはCVD法によって積層されている、或いは、これらの層が複数積層されている、実施例1乃至14のいずれかの光磁気記録媒体がより好ましい。

実施例15の光磁気情報記録再生装置を用いて、光磁気記録媒体11への情報の記録再生を行う場合には、書き込み用の光源21から放出される光ビームはある基準値より波長が短く設定され、一方、読み出し用光源23から放出される光ビームは前記基準値より波長が長く設定される。前記基準値は光磁気記録媒体の記録層の特性に応じて適宜決定されるが、例えば、図21に示されるような光吸収特性を有する記録層を有する光磁気記録媒体を対象とする場合は、例えば500nmに設定される。

したがって、実施例15において光磁気記録媒体11として図21に示すような光吸収特性を有する媒体を使用する場合は、480nm近辺を発振波長領域にもつアルゴンレーザーを書き込み用の光源21として用い、500～700nmの発振波長領域を有する汎用の赤色半導体レーザーを読み出し用の光源23として用いることが好ましい。480nm近傍の波長の光ビームを用いて情報の書き込みを行うと、記録層の吸収率が高まるために、効率よく光磁気記録媒体11への記録を行うことができる。一方、例えば波長630nmの光ビームを用いて読み出しを行うと、その波長に対する記録層の吸収率が比較的低いために効率よく反射光を得ることができる。したがって、必要以上のパワーの光ビームを照射しなくても十分な反射光を得ることができる。

図23は、本発明の光磁気情報記録再生装置の他の実施例（以下、「実施例16」という）の光学系を示す概略図である。実施例16は、第2のコリメータレンズ24と第2のビームスプリッタ42の間に波長変換素子62が配設されている点が実施例15とは異なる。このように、実施例16においては再生用の光ビームの経路の途中に波長変換素子62を設けているので、書き込み用の光源21と読み出し用の光源23に同一タイプの光源を用いることができる。

すなわち、実施例16においては、同一の波長の光が放出される光源が書き込み用及び読み出し用の光源21及び22として使用された場合であっても、波長変換素子62を用いることにより、情報の再生に使用される光ビームの波長を光磁気記録媒体11による吸収の少ない長波長領域に変換することができる。したがって、高いパワーの光ビームを光磁気記録媒体11に照射する必要がなくなり、再生時の消費エネルギーを低減化できるとともに、媒体寿命の延命化が可能にな

る。なお、波長変換素子 6 2 を書き込み用の光ビームの経路の途中に配設して、書き込み用の光ビームの波長を短波長側に変換するようにしてもよい。

図 2 4 は、本発明の光磁気情報記録再生装置の更に他の実施例（以下、「実施例 1 7」という）の光学系を示す概略図である。実施例 1 7 においては、単一の共通光源 2 5 を用いて、波長の異なる書き込み用の光ビームと読み出し用の光ビームが供給されている。

実施例 1 7 では情報の記録再生に用いる 2 つの光ビームの共通光源 2 5 として、チタンサファイアレーザーを用いており、共通光源 2 5 から出た光ビームは、第 1 のコリメータレンズ 2 2 を経てビームスプリッタ 4 3 に入り、その偏光方向によって、透過光と反射光とに 2 分割される。このうち、前記透過光は第 1 のハーフミラー 4 6 及び対物レンズ 4 4 を経て光磁気記録媒体 1 1 の記録層上に集光され、情報の書き込みに使用される。

一方、前記反射光は非線形光学素子 6 3 に入射して波長が 2 倍にシフトされる。そして、シフトされた光ビームは反射ミラー 4 5、波長選択フィルター 6 4 及び第 2 のハーフミラー 4 7 を経て、前記透過光と同じ光路によって光磁気記録媒体 1 1 の記録層上に集光される。なお、記録層からの反射光は実施例 1 5 と同様にして検出光学系 3 1 に入射する。これにより、書き込み用と読み出し用に光源を二つ設置する場合よりも、製造コストを削減することが可能となる。

実施例 1 7 においては、共通光源 2 5 から放出される光ビームの一部の波長を変換できる手段であれば、非線形光学素子 6 3 に限らず、他の任意の変換手段を使用することができる。なお、共通光源 2 5 から放出される光ビームの一部の波長を他の非線形光学素子などによって短波長側にシフトして書き込み用とし、残りの光ビームを読み出し用としてもよい。

## 請求の範囲

1. 基板上に記録層及び反射層を備えた光磁気記録媒体であって、前記記録層が、

スピネルフェライト層、ルチル型酸化物層又はヘマタイト層のいずれか一つ、及び、ガーネットフェライト層が積層された層構造を有することを特徴とする光磁気記録媒体。

2. 前記記録層が情報を記録する部分であるトラックを備えており、前記層構造が少なくとも当該トラック上に形成されていることを特徴とする請求項1記載の光磁気記録媒体。

3. 前記トラック間にはガーネットフェライト層のみが存在することを特徴とする請求項2記載の光磁気記録媒体。

4. 前記記録層が前記基板と前記反射層との間に位置していることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の光磁気記録媒体。

5. 前記反射層が前記基板と前記記録層との間に位置していることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の光磁気記録媒体。

6. 前記ガーネットフェライト層の厚さが40～400nmであり、前記スピネルフェライト層、前記ルチル型酸化物層又は前記ヘマタイト層の厚さが10～100nmであることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の光磁気記録媒体。

7. 前記記録層が、複数のスピネルフェライト層、ルチル型酸化物層又はヘマタイト層、及び、複数のガーネットフェライト層が積層された多層構造を有することを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の光磁気記録媒体。

8. 前記記録層の厚さが40～1000nmであることを特徴とする請求項7記載の光磁気記録媒体。

9. 前記基板、前記反射層、前記記録層の少なくとも一つの表面に溝が形成されていることを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の光磁気記録媒体。

10. 前記基板、前記反射層、前記記録層の少なくとも一つの表面に装荷が設けられていることを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の光磁気記録媒体。

11. 前記記録層又は前記反射層の表面に透明層が積層されたことを特徴とする請求項1乃至10のいずれかに記載の光磁気記録媒体。

12. 前記透明層の表面に溝が形成されていることを特徴とする請求項11記載の光磁気記録媒体。

13. 請求項1乃至12のいずれかに記載の光磁気記録媒体の製造方法であって、前記記録層形成後に、500℃から700℃の温度で熱処理を行う工程を含むことを特徴とする光磁気記録媒体の製造方法。

14. 請求項1乃至12のいずれかに記載の光磁気記録媒体の製造方法であって、前記記録層形成後に、600℃から630℃の温度で熱処理を行う工程を含む

ことを特徴とする光磁気記録媒体の製造方法。

15. 光磁気記録媒体を用いて情報の記録再生を行う光磁気情報記録再生装置であって、

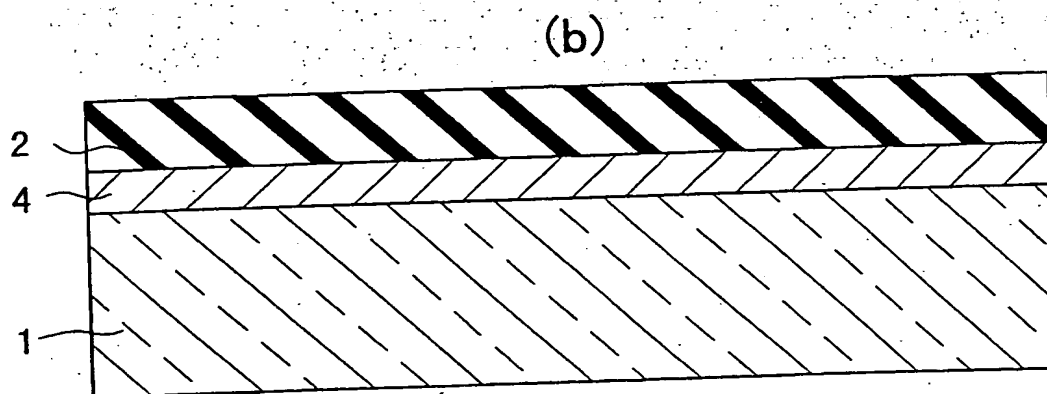
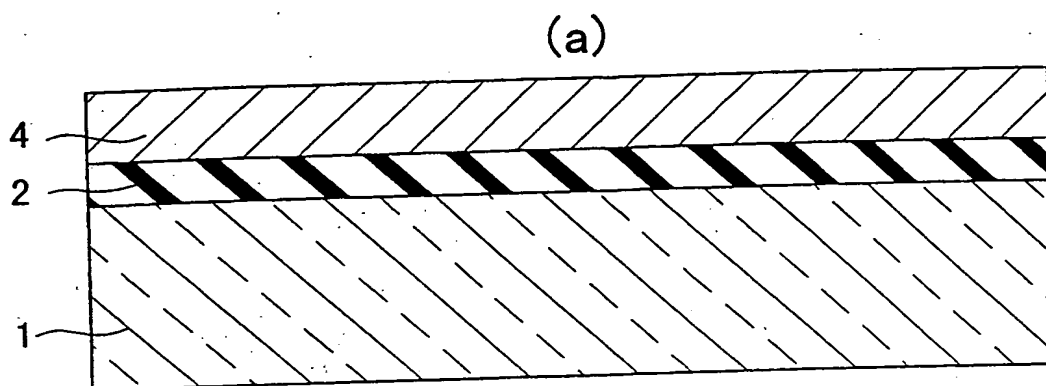
前記光磁気記録媒体に情報を書き込む光の波長と前記光磁気記録媒体から情報を読み出す光の波長が異なることを特徴とする光磁気情報記録再生装置。

16. 前記光磁気記録媒体がガーネットフェライト層を含む記録層を備えることを特徴とする請求項15記載の光磁気情報記録再生装置。

17. 前記光磁気記録媒体が請求項1乃至12のいずれかに記載の光磁気記録媒体であることを特徴とする請求項15記載の光磁気情報記録再生装置。

18. 前記情報を書き込む光と前記情報を読み出す光が一つの光源から供給されることを特徴とする請求項15乃至17のいずれかに記載の光磁気情報記録再生装置。

図 1

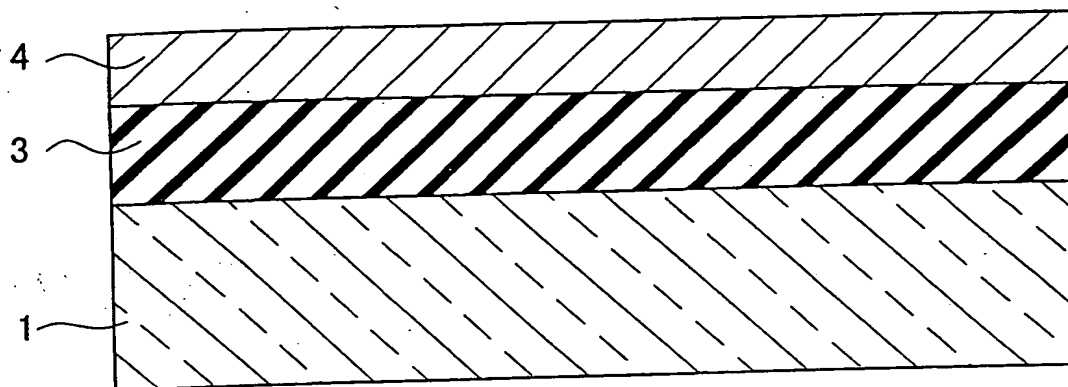


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

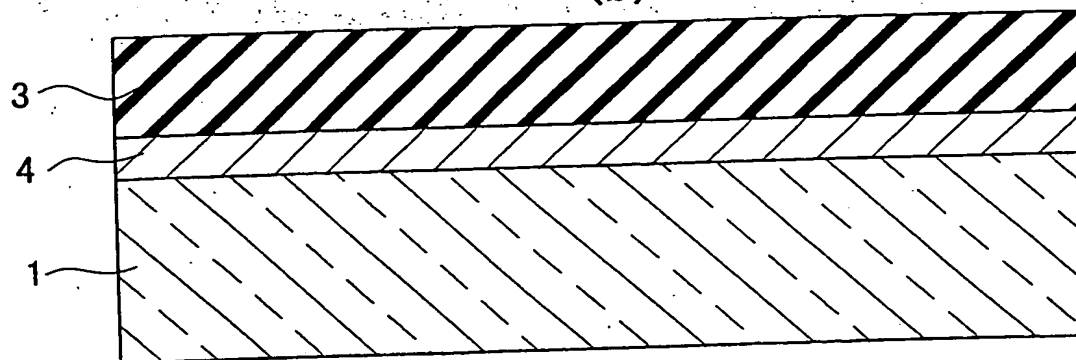


図 2

(a)



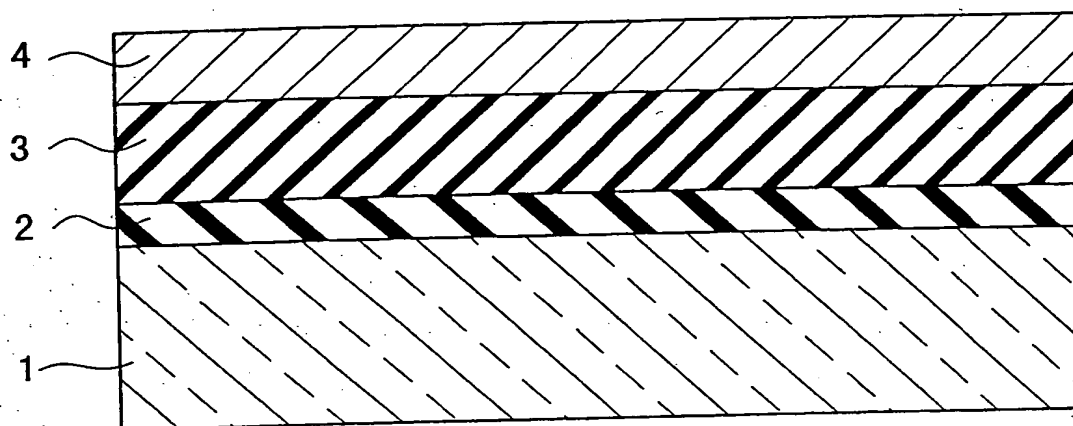
(b)



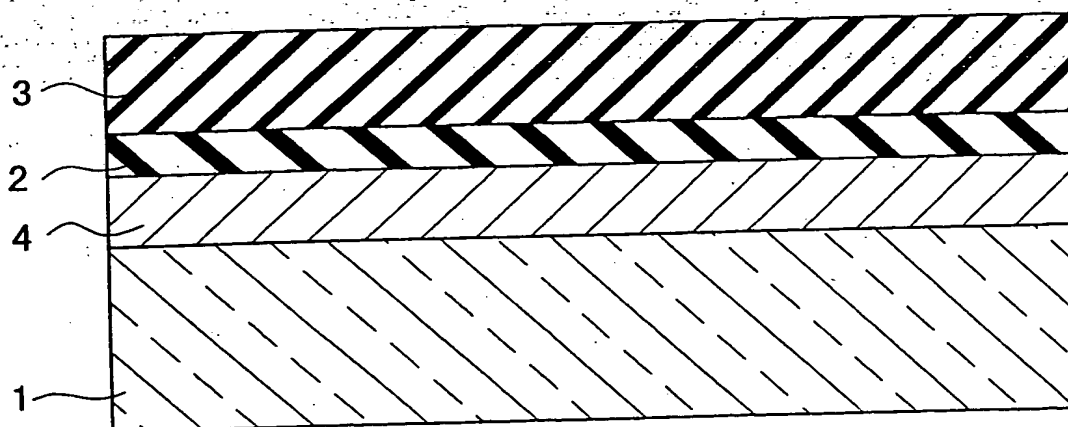
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 3

(a)



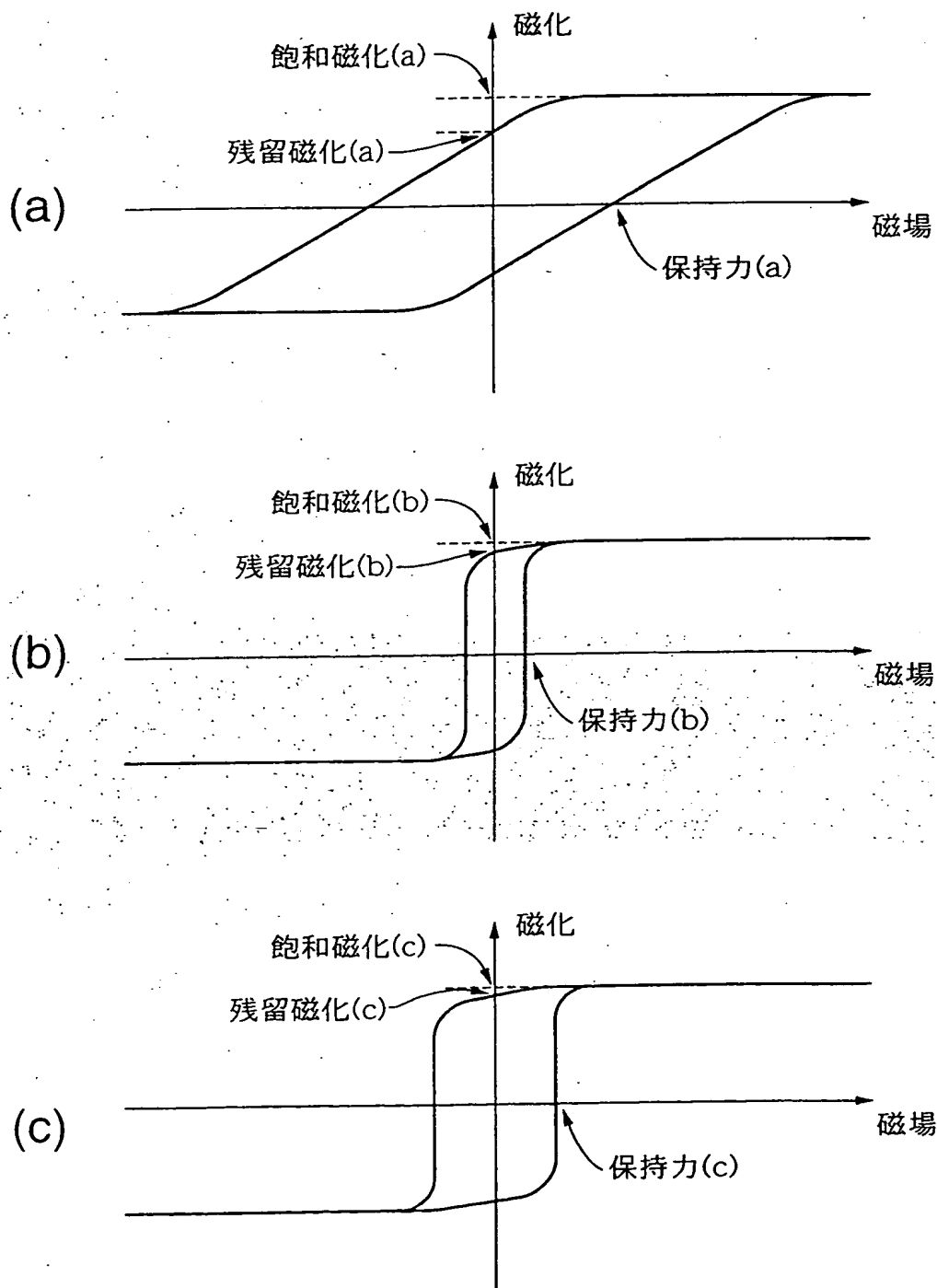
(b)



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

4/22

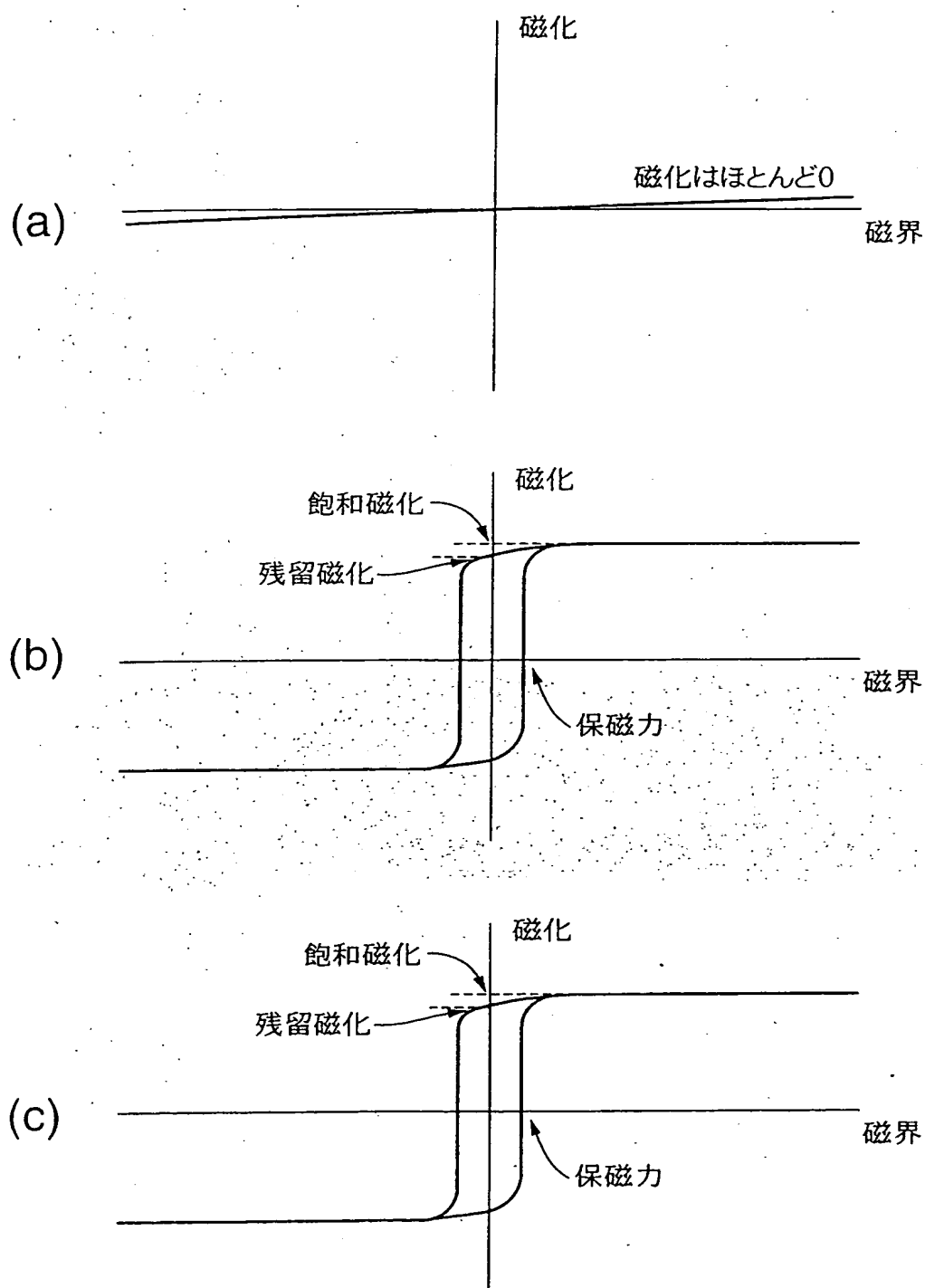
図 4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

5/22

図 5



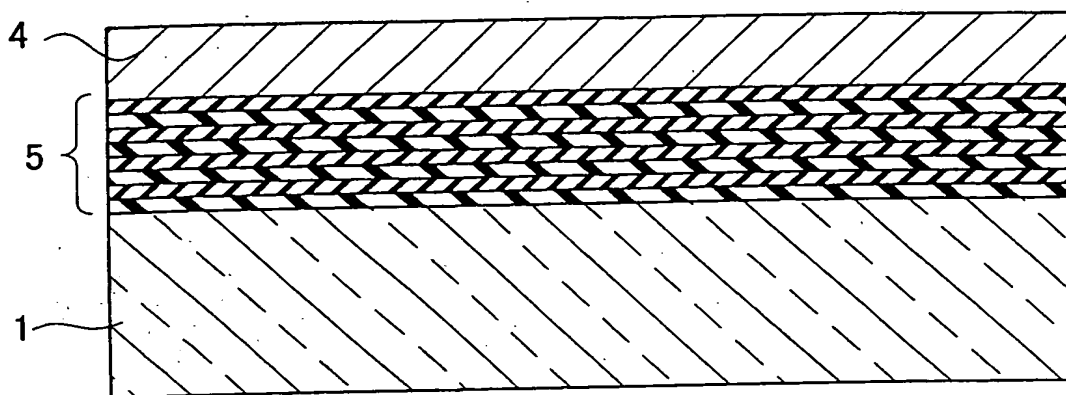
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



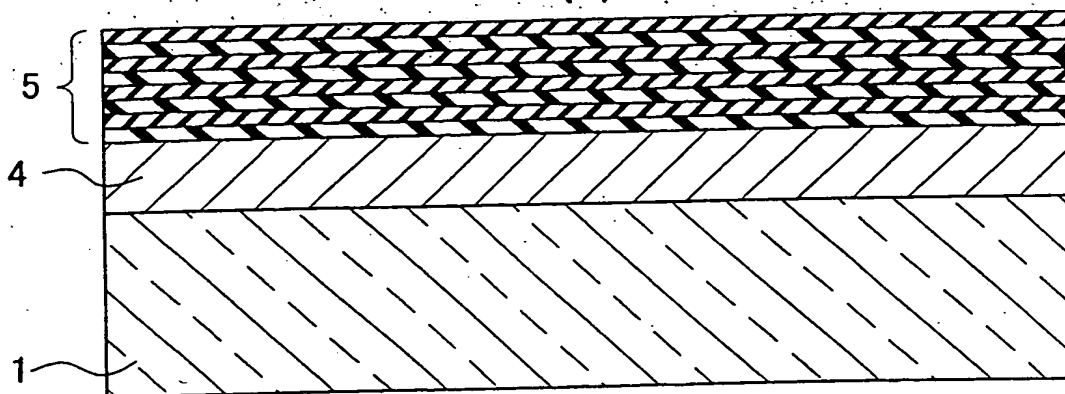
6/22

図 6

(a)



(b)

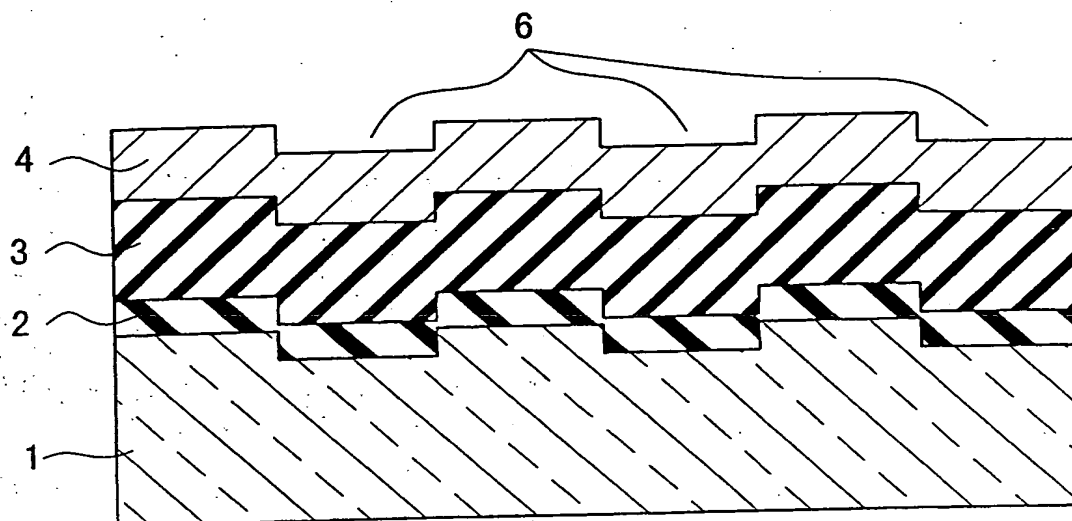


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

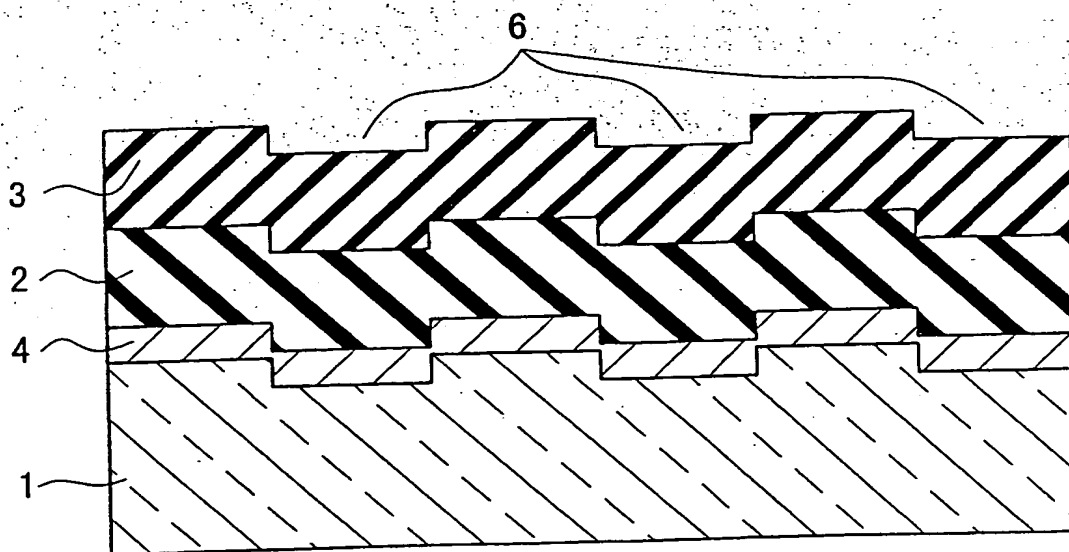
7/22

図 7

(a)



(b)

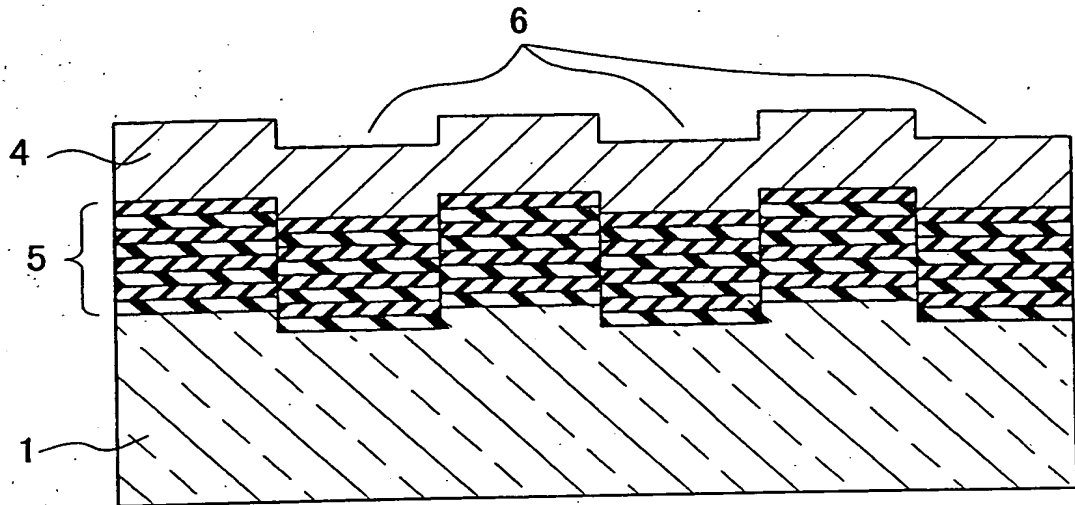


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

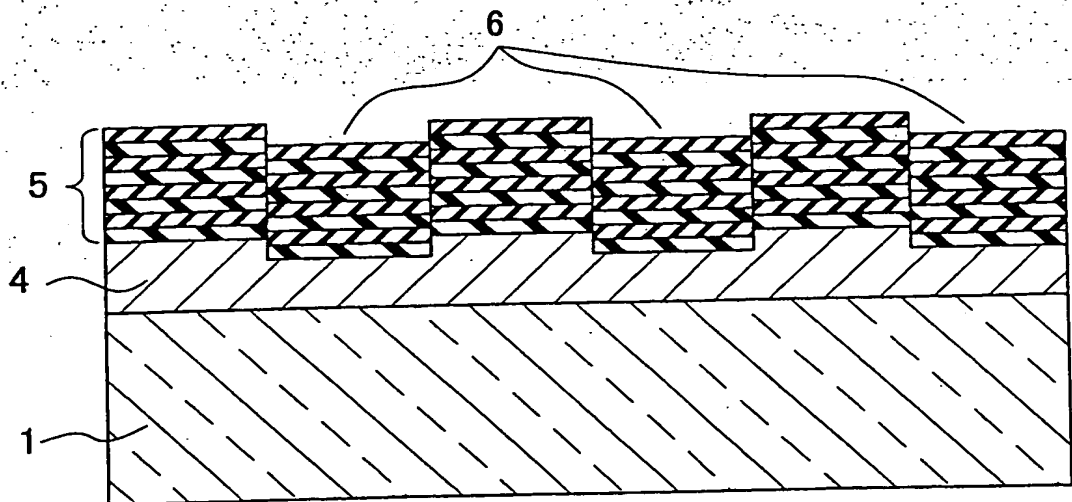
8/22

図 8

(a)



(b)

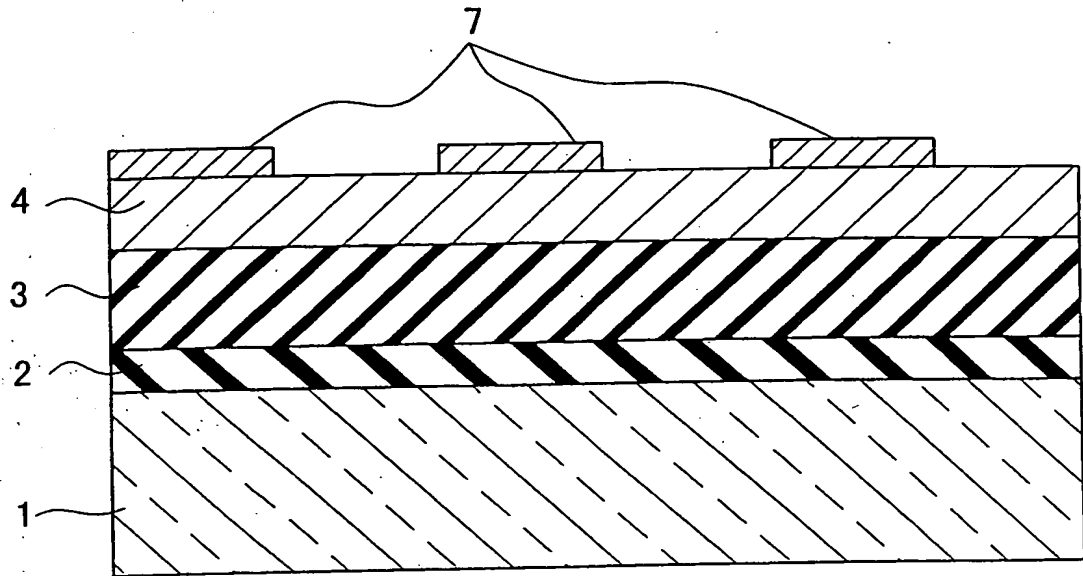


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

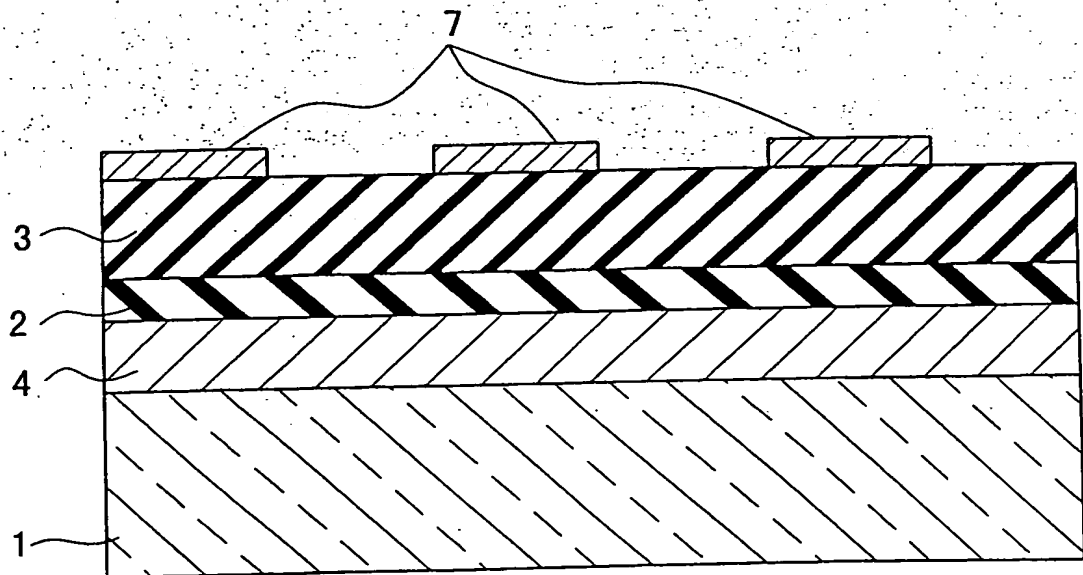
9/22

図 9

(a)



(b)



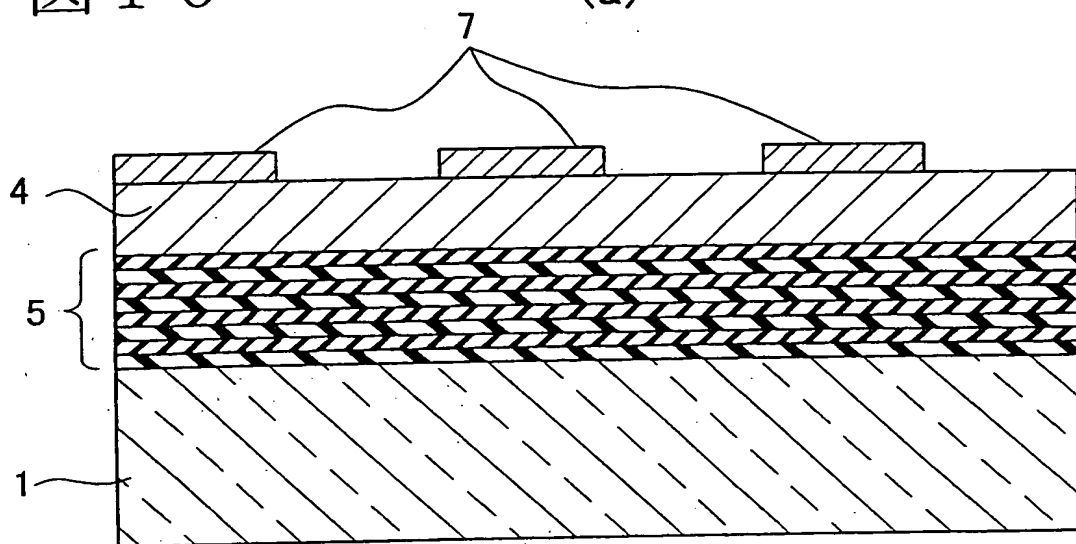
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



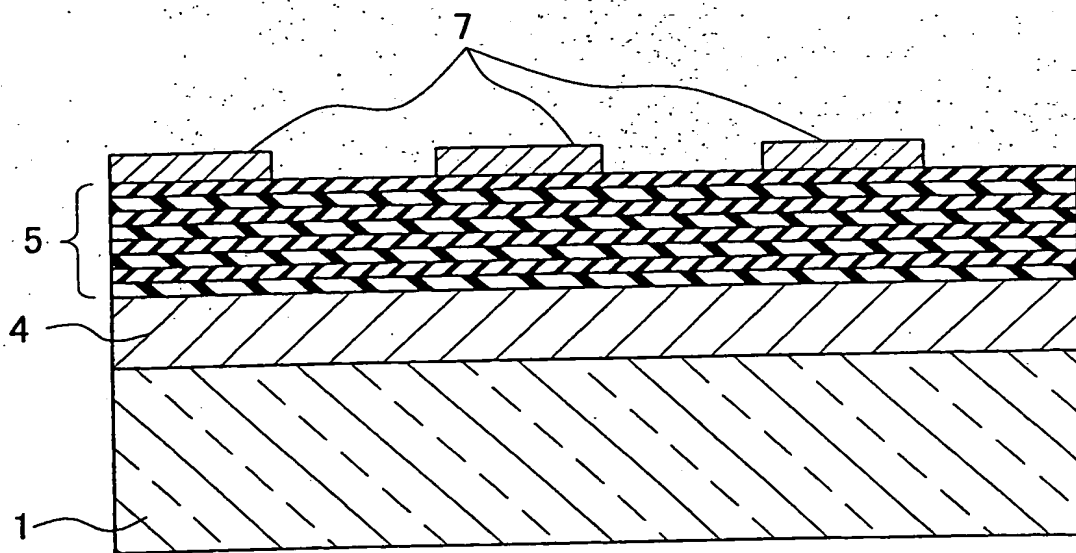
10/22

図 10

(a)



(b)

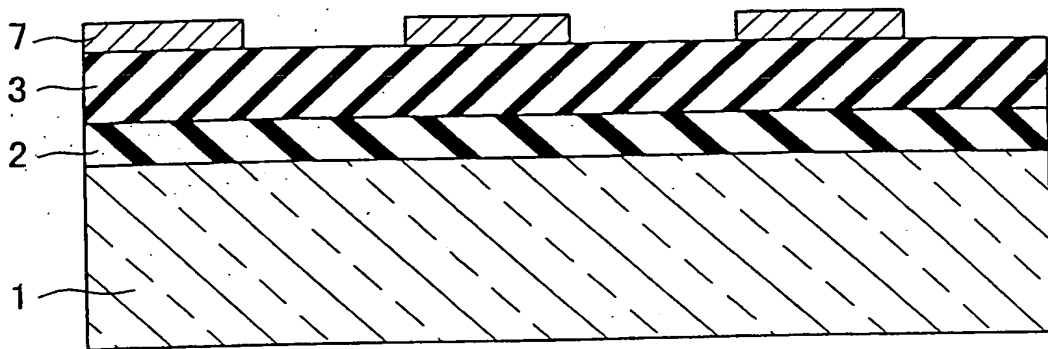


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

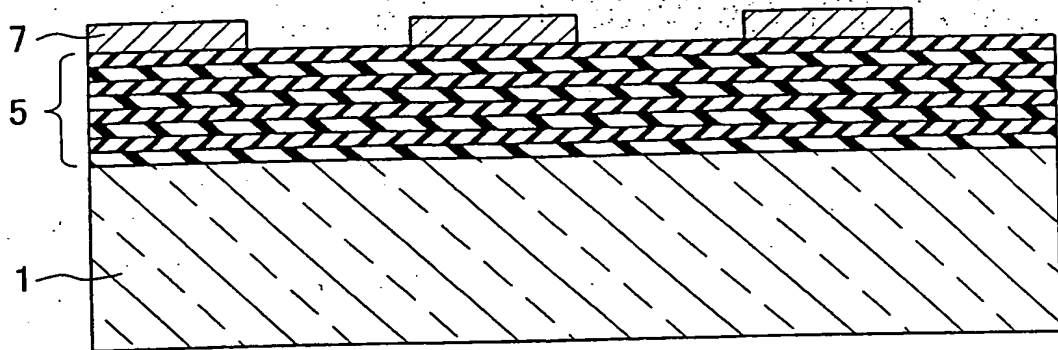
11/22

図 1 1

(a)



(b)

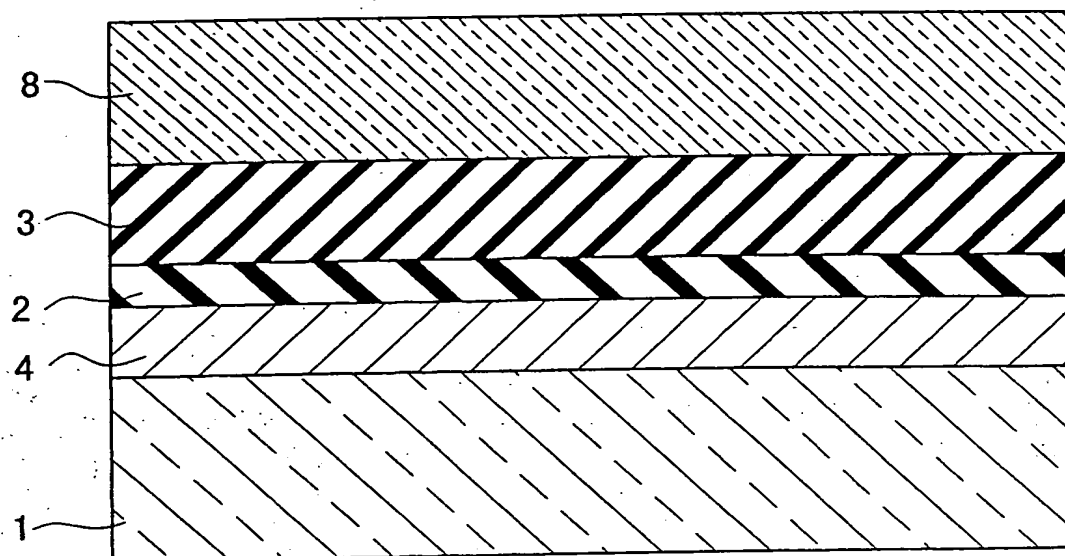


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

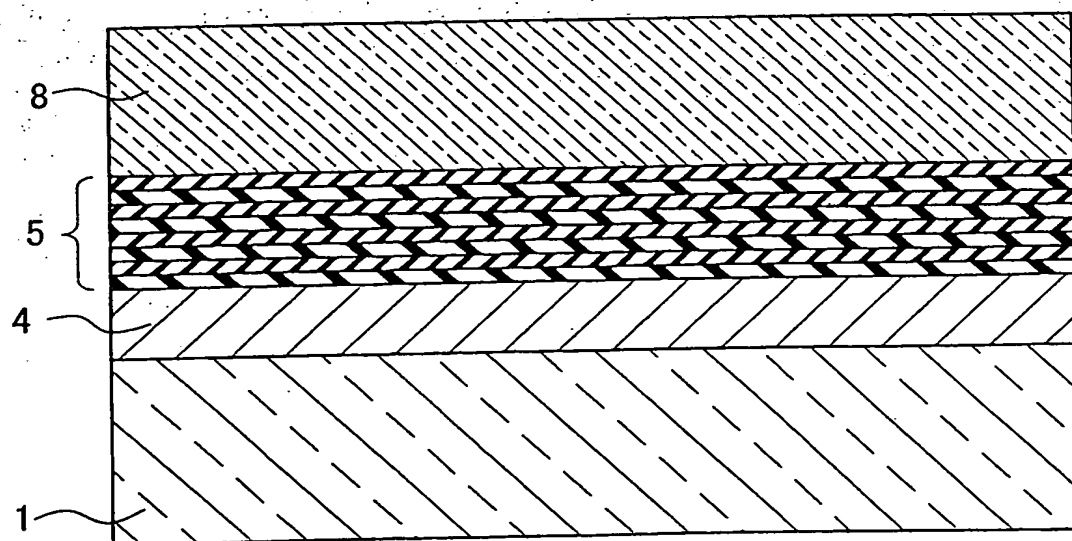
12/22

図 1 2

(a)

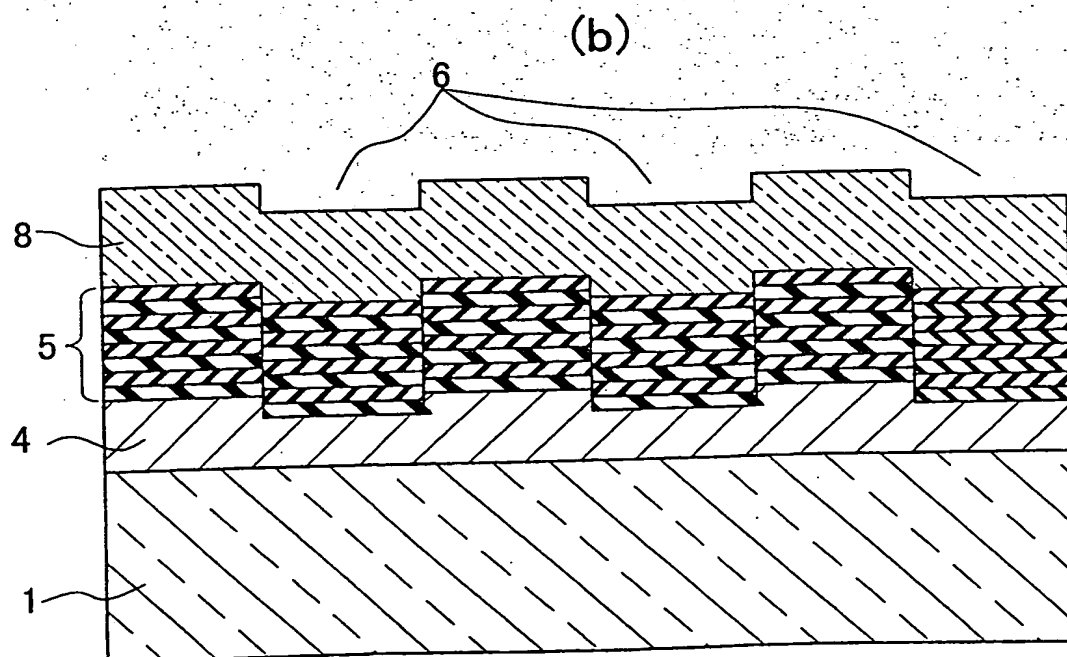
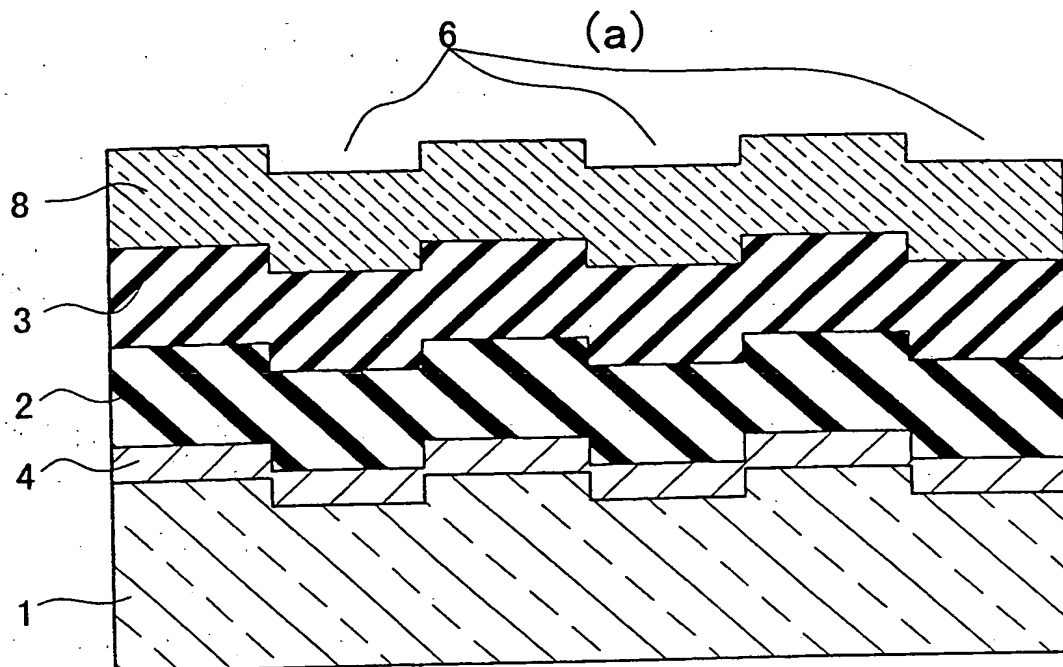


(b)



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 1 3

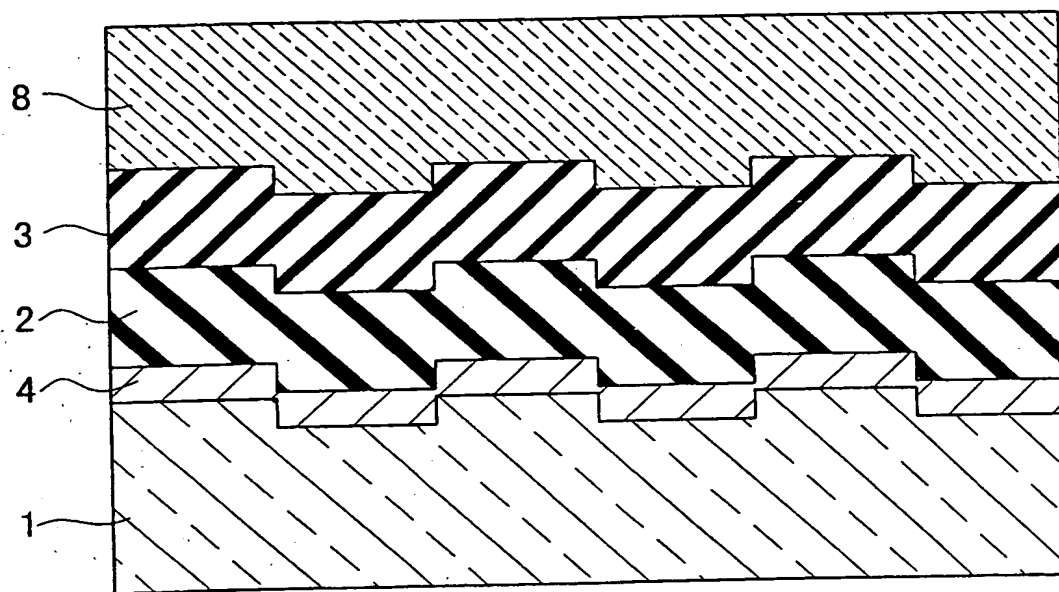


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

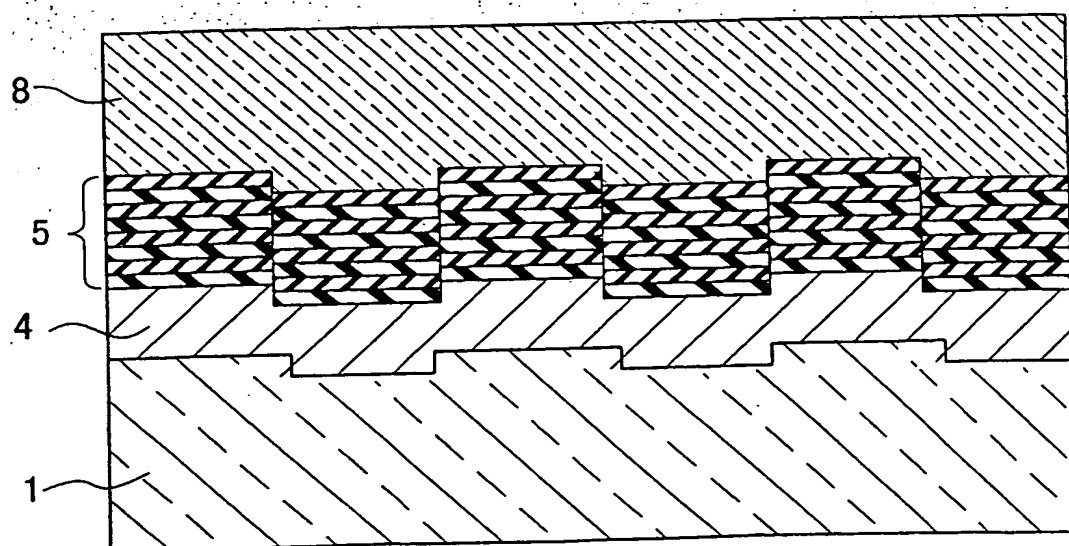


図 1 4

(a)



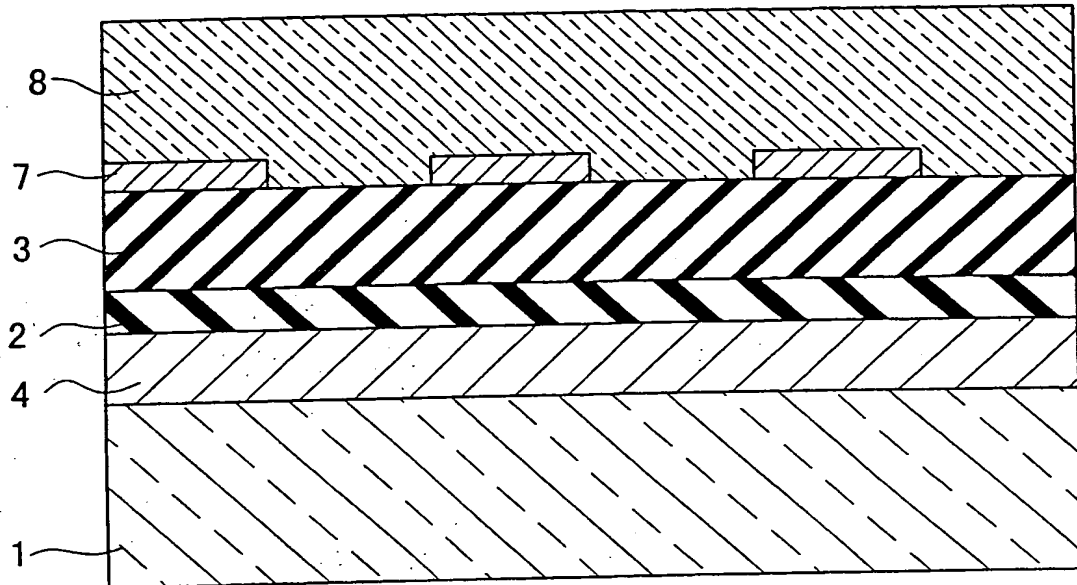
(b)



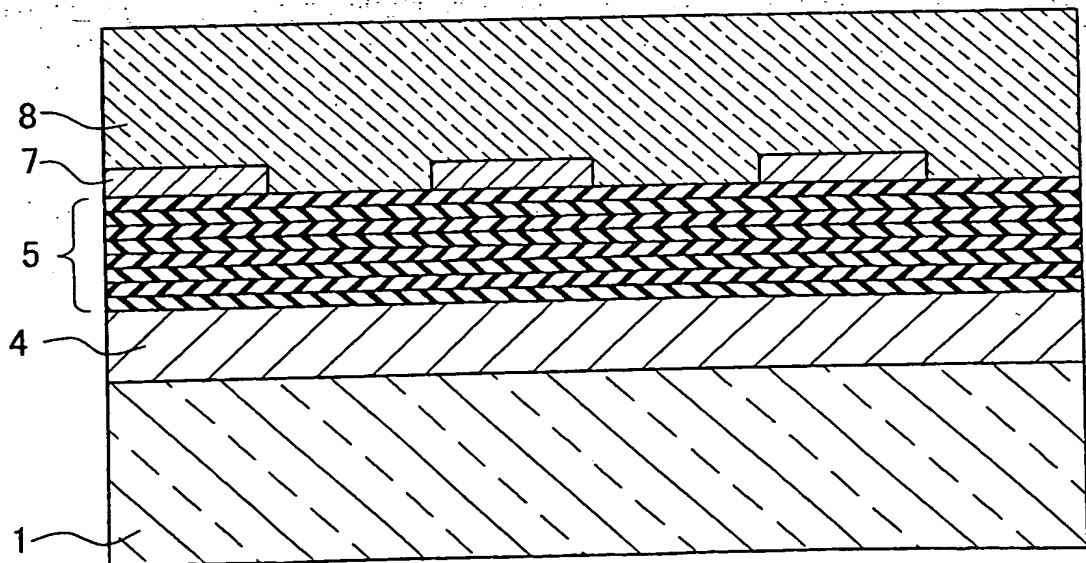
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 1 5

(a)



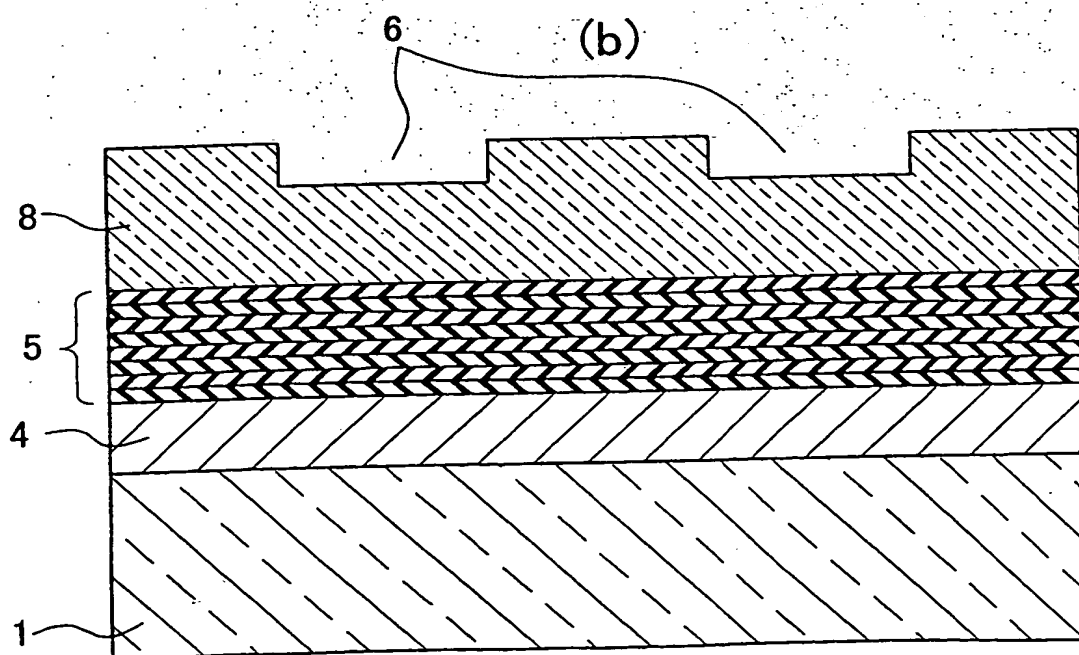
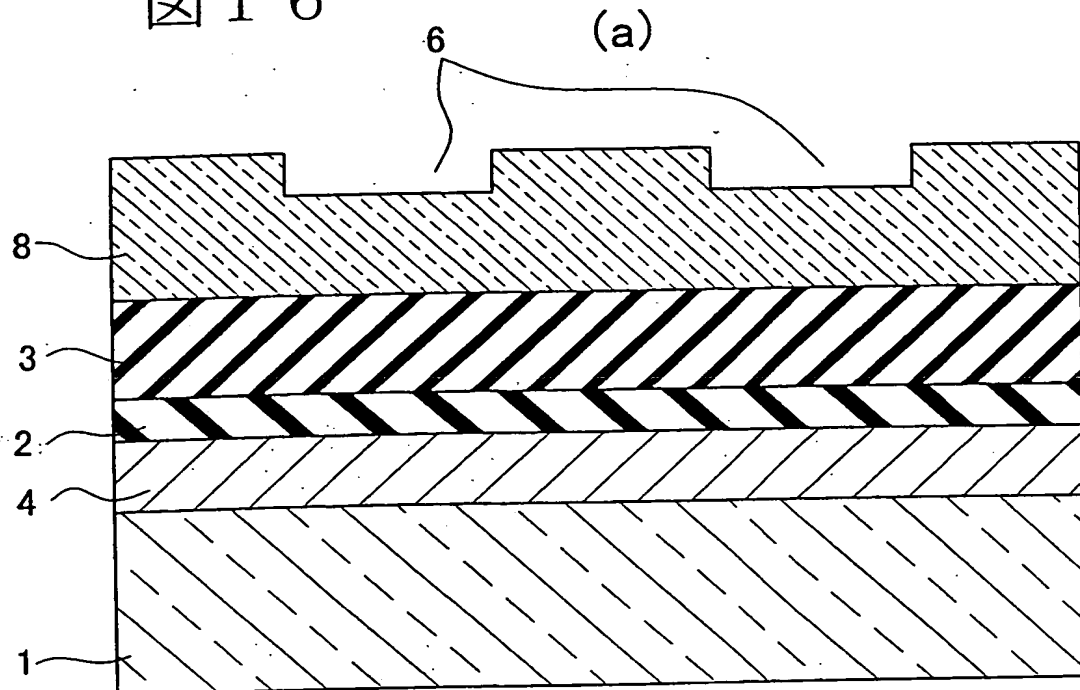
(b)



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

16/22

図 1 6



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

17/22

図 1 7

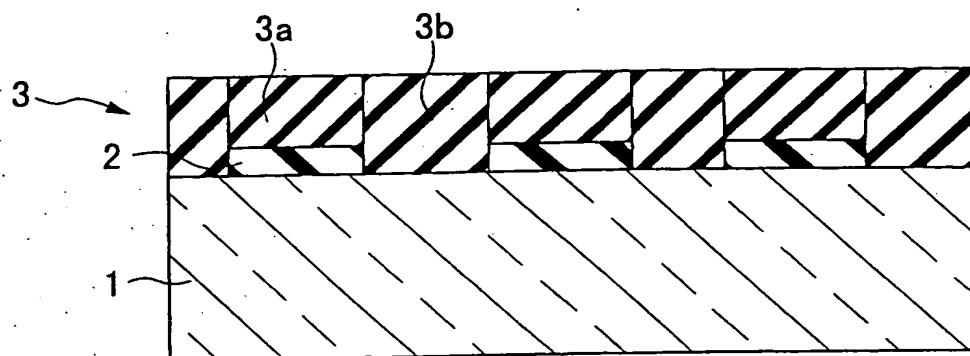
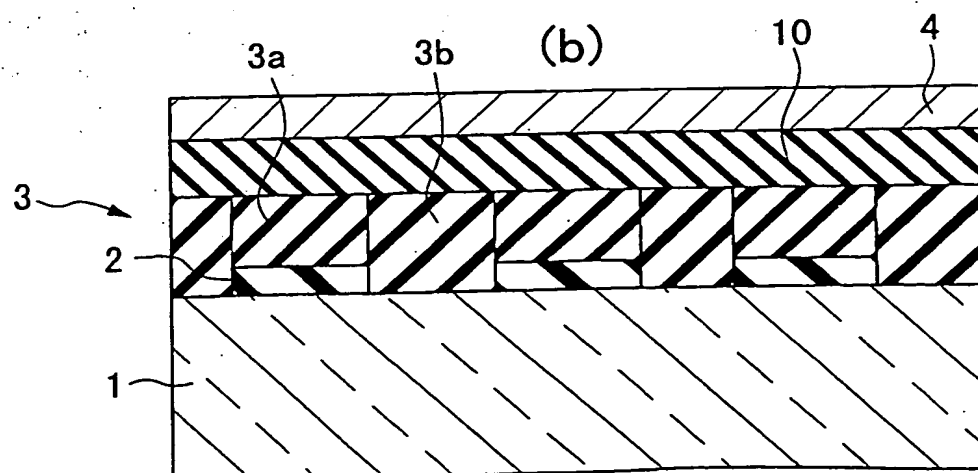
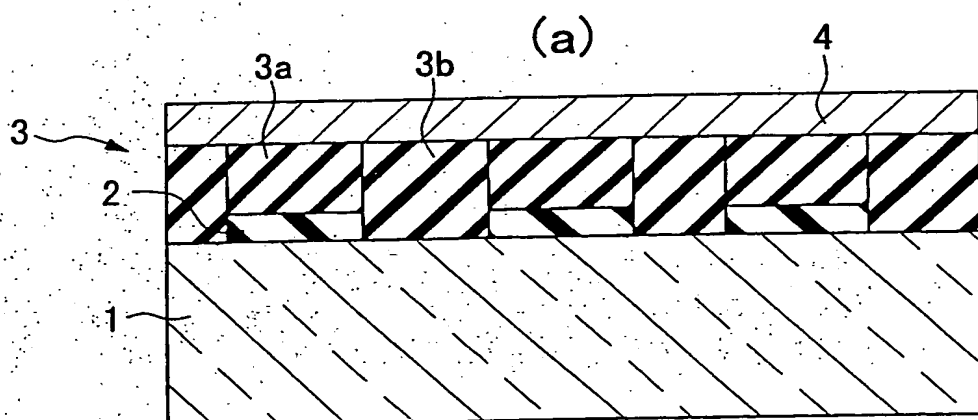


図 1 8

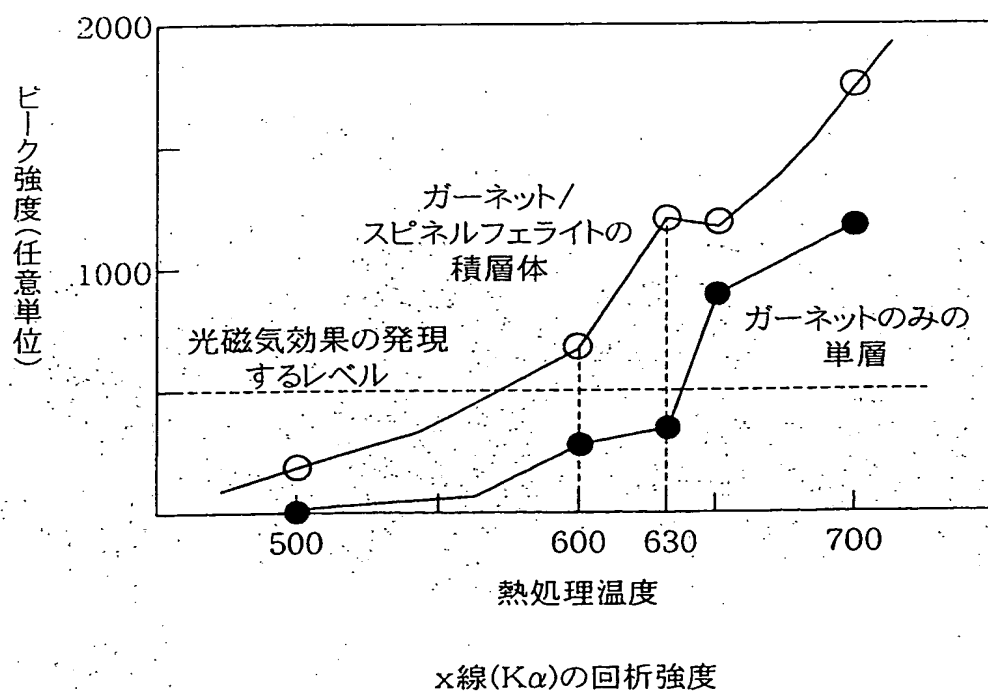


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



18/22

図 19



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

19/22

図 20

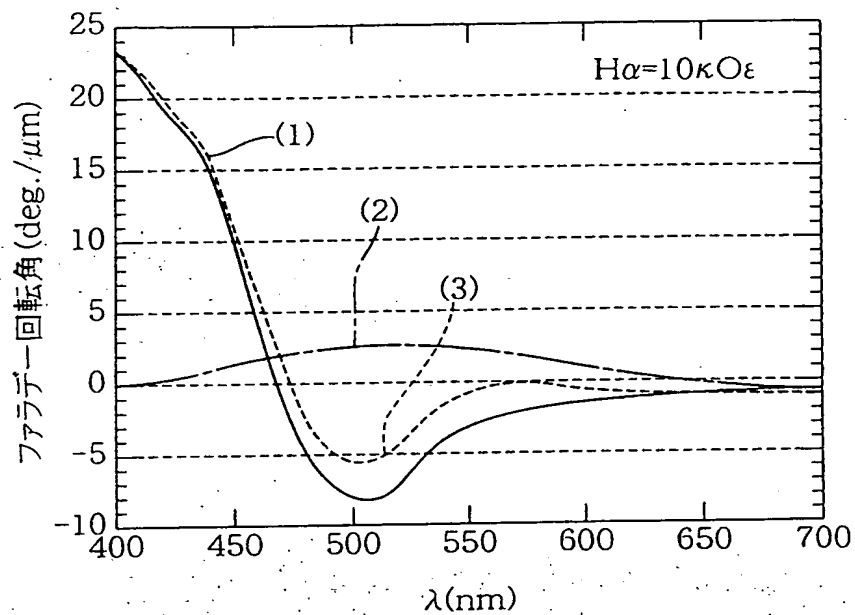
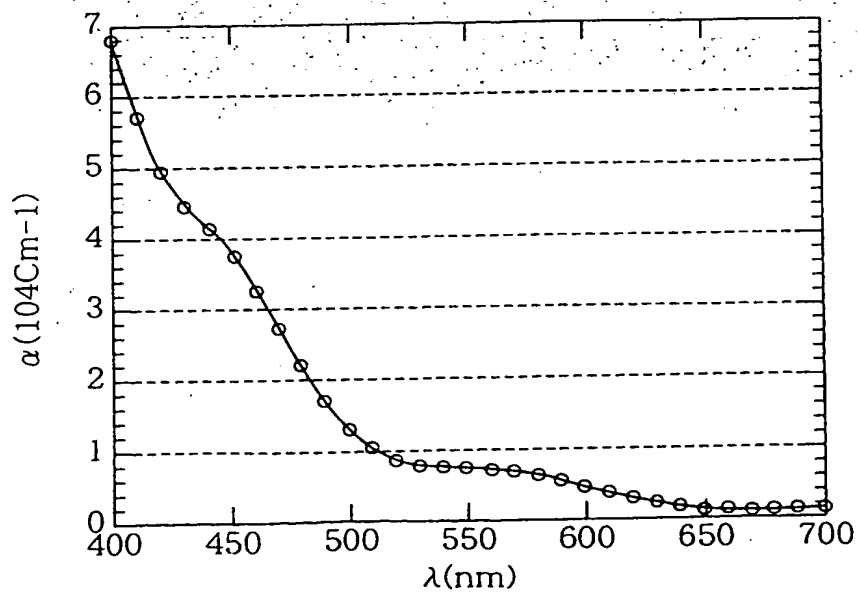


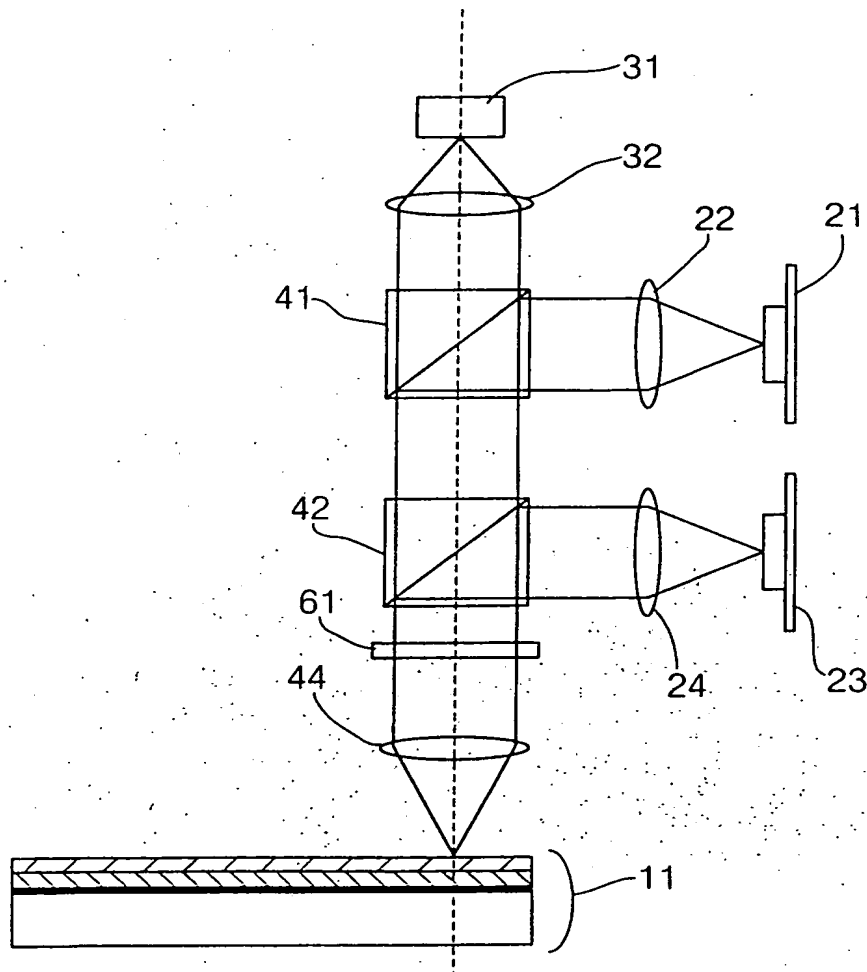
図 21



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

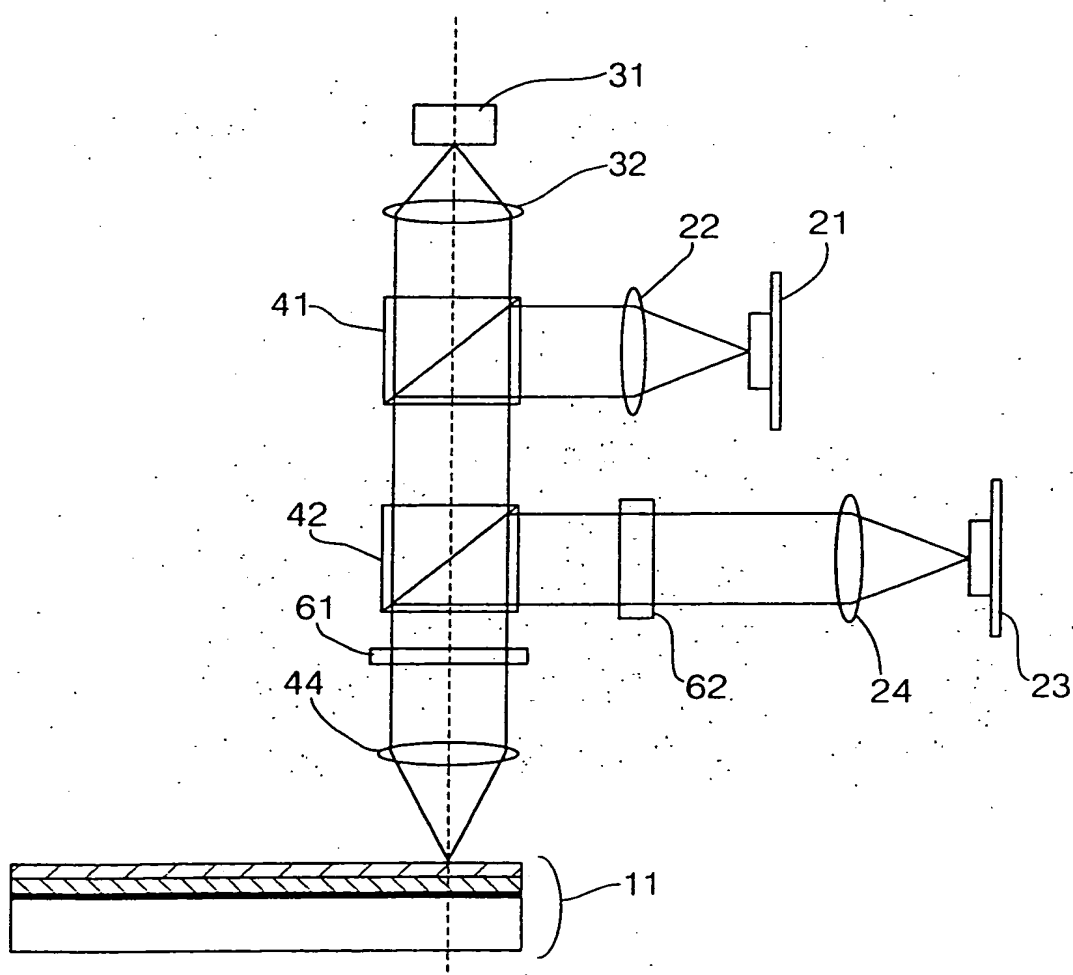
20/22

図 2 2



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

図 2 3

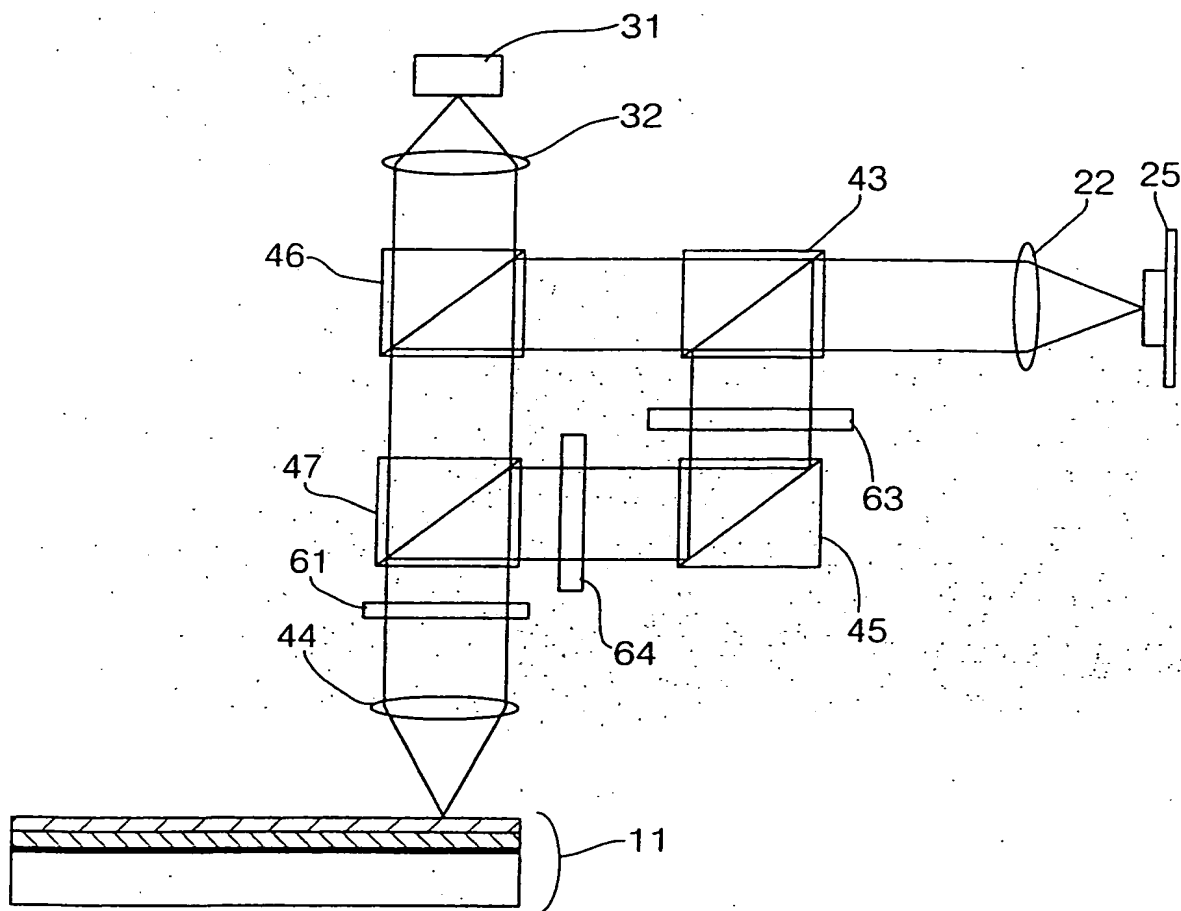


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



22/22

図 2 4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/04674

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>6</sup> G11B11/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>6</sup> G11B11/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP, 196332, A (NIPPON SHEET GLASS CO LTD), 15 November, 1984 (15.11.84) & JP, 60-150614, A & JP, 60-107815, A & JP, 60-200887, A & WO, 8502292, A & US, 4608142, A & DE, 3482886, A	1, 2, 4, 5, 9-13
X	JP, 9-81978, A (NIPPON HOSO KYOKAI), 28 March, 1997 (28.03.97) (Family: none)	1, 2, 4, 5, 9-12
X	JP, 6-89480, A (Ricoh Company, Ltd.), 29 March, 1994 (29.03.94) (Family: none)	15, 16, 18
A	JP, 60-193147, A (FUJITSU LIMITED), 01 October, 1985 (01.10.85) (Family: none)	10
A	JP, 5-250745, A (Kobe Steel, Ltd.), 28 September, 1993 (28.09.93) (Family: none)	11, 12
A	JP, 5-303776, A (FUJITSU LIMITED), 16 November, 1993 (16.11.93) (Family: none)	11, 12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
22 November, 1999 (22.11.99)

Date of mailing of the international search report  
07 December, 1999 (07.12.99)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. C16 G11B11/10

B. 調査を行った分野  
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. C16 G11B11/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-1999年  
日本国登録実用新案公報 1994-1999年  
日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	EP, 196332, A (NIPPON SHEET GLASS CO LTD) 15. 11月. 1984 (15. 11. 84) & JP, 60-150614, A & JP, 60-107815, A & JP, 60-200887, A & WO, 8502292, A & US, 4608142, A & DE, 3482886, A	1, 2, 4, 5, 9-13
X	JP, 9-81978, A (日本放送協会) 28. 3月. 1997 (28. 03. 97) (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5, 9-12

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 22. 11. 99

国際調査報告の発送日

07.12.99

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
佐藤 敬介



5 D 9743

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 6-89480, A (株式会社リコー) 29. 3月. 1994 (29. 03. 94) (ファミリーなし)	15, 16, 18
A	J P, 60-193147, A (富士通株式会社) 1. 10月. 1985 (01. 10. 85) (ファミリーなし)	10
A	J P, 5-250745, A (株式会社神戸製鋼所) 28. 9月. 1993 (28. 09. 93) (ファミリーなし)	11, 12
A	J P, 5-303776, A (富士通株式会社) 16. 11月. 1993 (16. 11. 93) (ファミリーなし)	11, 12